

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1 9 9 9 年 1 2 月 2 1 日

出 願 番 号

Application Number:

平成 1 1 年 特 許 願 第 3 6 3 4 8 2 号

出 願 人

Applicant (s):

本田技研工業株式会社

2 0 0 0 年 1 0 月 6 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造

出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 0 - 3 0 8 2 9 8 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 H099940301

【提出日】 平成11年12月21日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B01D 1/16

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号  
                         株式会社本田技術研究所内

    【氏名】 安部 直行

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号  
                         株式会社本田技術研究所内

    【氏名】 笠原 清志

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号  
                         株式会社本田技術研究所内

    【氏名】 立原 隆宏

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号  
                         株式会社本田技術研究所内

    【氏名】 中村 雅人

【特許出願人】

    【識別番号】 000005326

    【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100064414

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 磯野 道造

    【電話番号】 03-5211-2488

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015392

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9713945

【プールの可否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料蒸発装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高温熱媒体により原燃料を蒸発させ原燃料ガスを得る蒸発室を備えた燃料蒸発装置において、

前記蒸発室に連結されこの蒸発室から送られる前記原燃料ガスを前記高温熱媒体と熱交換して温度調整するガス温度調整室と、

このガス温度調整室に一端を連結され前記高温熱媒体を前記ガス温度調整室に導入する高温熱媒体通路と、

この高温熱媒体通路に連結され前記ガス温度調整室を介さずに前記高温熱媒体を排出するバイパス通路及びバイパス弁と、

このバイパス弁の開度を制御するバイパス弁制御部と、  
を備えることを特徴とする燃料蒸発装置。

【請求項 2】 高温熱媒体により原燃料を蒸発させ原燃料ガスを得る蒸発室を備えた燃料蒸発装置において、

前記蒸発室に連結されこの蒸発室から送られる前記原燃料ガスを前記高温熱媒体と熱交換して温度調整するガス温度調整室と、

このガス温度調整室に一端を連結され前記高温熱媒体を前記ガス温度調整室に導入する高温熱媒体通路と、

この高温熱媒体通路に連結され前記高温熱媒体に前記高温熱媒体よりも低温の低温熱媒体を混合する低温熱媒体供給通路、低温熱媒体供給部、及び低温熱媒体供給弁と、

前記低温熱媒体供給弁の開度を制御する低温熱媒体供給弁制御部と、  
を備えることを特徴とする燃料蒸発装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、原燃料を蒸発させた原燃料ガスを改質器で改質して燃料電池に供給して発電を行う燃料電池システムに好適に使用することのできる燃料蒸発装置に

関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来より、メタノールと水の混合液などからなる原燃料を、原燃料噴射装置を介して燃料蒸発装置内（蒸発室内）に噴射し、原燃料を蒸発させて原燃料ガスを得、次いで、この原燃料ガスを改質器で改質すると共に一酸化炭素を除去して水素リッチな燃料ガスにし、そして、この燃料ガスを燃料電池に供給して発電を行う燃料電池システムが知られている。ところで、このような構成の燃料電池システムが負荷変動の極端に大きい条件で使用される場合、例えば、燃料電池電気自動車に搭載されて使用される場合、出力アップの要求に応じて原燃料を急激に燃料蒸発装置内に噴射すると、原燃料のすべてを蒸発させることができず、燃料蒸発装置内に原燃料の液溜まり（以下「液溜まり」という）を生じることがある。また、燃料電池システムを起動する際など、燃料蒸発装置が十分に温まっていない場合にも蒸発に用いられる熱量が不足して液溜まりを生じやすい。

【 0 0 0 3 】

燃料蒸発装置内に液溜まりが生じた場合、原燃料の噴射を停止しても内部で維持された熱により液溜まりが蒸発し、原燃料ガスを発生することになり、結果として燃料蒸発装置の応答性を悪くするので好ましくない。また、原燃料が混合物の場合は、生じた液溜まりは、蒸発しやすい成分から先に蒸発するため、原燃料ガスの組成にバラツキが生じ、改質器が十分に性能を発揮しない場合や、一酸化炭素が十分に除去できずに燃料電池の性能が低下する場合がある。

【 0 0 0 4 】

このため、液溜まりの発生を有効に防止して燃料蒸発装置の応答性を良くすると共に、燃料蒸発装置の暖機を速やかに行うことができるように、本願出願人による特願平 1 1 - 1 2 5 3 6 6 号（未公開）には、図 1 5 に示すような燃料蒸発装置 1 0 0 が、提案されている。この燃料蒸発装置 1 0 0 は、蒸発装置本体 1 1 0 と、この蒸発装置本体 1 1 0 の後段側に過熱部 1 5 0、蒸発装置本体 1 1 0 の上部に原燃料噴射装置 1 4 0 を備える。

この燃料蒸発装置 1 0 0 には、図示しない燃料電池で発生するオフガス（水素

を含むガス)を図示しない触媒燃焼器で触媒燃焼させた燃焼ガス(高温熱媒体)HGが、熱源として供給される。燃焼ガスHGは、入口部112 inから蒸発装置本体110内の蒸発室111に多数配設されたJ字型の熱媒チューブ112の内側を通り、出口部112 outに達する。次いで、燃焼ガスHGは、蒸発室本体110の下部に設けられた燃焼ガス通路113を通して、蒸発装置本体110の下流側に取り付けられた過熱部150に導かれる。メタノールと水の混合液などからなる原燃料FLは、原燃料噴射装置140から霧状に噴射され、熱媒チューブ112で熱せられて蒸発し、原燃料ガスFGになる。この原燃料ガスFGは、過熱部150の蒸気チューブ151の内側を通して過熱され、過熱部150後段の図示しない改質器に導かれる。

#### 【0005】

この燃料蒸発装置100は、蒸発装置本体110における蒸発室111の下面111 bが燃焼ガス通路113の上面113 tを兼ねるものである。従って、蒸発室111の下面111 bからも熱が供給されるため、液溜まりの発生が防止され、また液溜まりが生じた場合も速やかに蒸発する。従って、燃料蒸発装置100の応答性が良くなる。さらに、燃料蒸発装置100の暖機も速やかに行われるようになる。

#### 【0006】

#### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、燃料電池システムが燃料電池電気自動車に搭載される場合などは、燃料蒸発装置に対して、始動時や急激な負荷変動時に速やかに原燃料を蒸発させること、つまり一層応答性よく原燃料ガスを得ることが必要となる。さらには、改質器を良好な状態で運転するためには、原燃料ガスを適切な温度範囲で、かつ温度ムラなく供給することが望まれる。加えて、従来は、高負荷時に適切な温度範囲の原燃料ガスを得ようとする、中負荷時から低負荷時にかけて原燃料ガスの温度が高くなってしまうという問題があった。

そこで、本発明は、急激な負荷変動に対して十分な応答性が確保できると共に、原燃料ガスを適切な温度で適切な量、後段の改質器に供給することができ、燃料電池電気自動車などに搭載される燃料電池システムなどにも高いレベルで要求

を満たして使用することのできる燃料蒸発装置を提供することを主たる目的とする。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決した本発明の燃料蒸発装置は、高温熱媒体により原燃料を蒸発させ原燃料ガスを得る蒸発室を備える。そして、前記蒸発室に連結されこの蒸発室から送られる前記原燃料ガスを前記高温熱媒体と熱交換して温度調整するガス温度調整室と、このガス温度調整室に一端を連結され前記高温熱媒体を前記ガス温度調整室に導入する高温熱媒体通路と、この高温熱媒体通路に連結され前記ガス温度調整室を介さずに前記高温熱媒体を排出するバイパス通路及びバイパス弁と、このバイパス弁の開度を制御するバイパス弁制御部とを備える（請求項1）。

## 【0008】

この構成によれば、蒸発室で蒸発して得られた（発生した）原燃料ガスは、ガス温度調整室に導入されて温度調整されると共に、温度ムラが解消される。ここで、ガス温度調整室に導入される高温熱媒体の量は、バイパス弁により調整することができる。すなわち、ガス温度調整室に導入される高温熱媒体の量を多くすれば、原燃料ガスに与える熱量を多くすることができる。一方、ガス温度調整室に導入される高温熱媒体の量を少なくすれば、原燃料ガスに与える熱量を少なくすることができる。このようにすることで、ガス温度調整室における原燃料ガスの温度調整を確実にし、適切な温度の原燃料ガスを適切な量で、後段の機器に供給する。

## 【0009】

また、本発明の燃料蒸発装置は、高温熱媒体により原燃料を蒸発させ原燃料ガスを得る蒸発室を備える。そして、前記蒸発室に連結されこの蒸発室から送られる前記原燃料ガスを前記高温熱媒体と熱交換して温度調整するガス温度調整室と、このガス温度調整室に一端を連結され前記高温熱媒体を前記ガス温度調整室に導入する高温熱媒体通路と、この高温熱媒体通路に連結され前記高温熱媒体に前記高温熱媒体よりも低温の低温熱媒体を混合する低温熱媒体供給通路、低温熱媒

体供給部、及び低温熱媒体供給弁と、前記低温熱媒体供給弁の開度を制御する低温熱媒体供給弁制御部とを備える（請求項 2）。

#### 【0010】

この構成によれば、蒸発室で蒸発して得られた（発生した）原燃料ガスは、ガス温度調整室に導入されて温度調整されると共に、温度ムラが解消される。また、ガス温度調整室に導入される高温熱媒体には、低温熱媒体が混合可能になっている。ここで、高温熱媒体の温度は、低温熱媒体を混合することにより低くすることができる。また、低温熱媒体の混合を止めることにより、高温熱媒体の温度を高くすることができる。このように、ガス温度調整室に導入される高温熱媒体の温度を変化させることで、原燃料ガスの温度の調整を確実にし、適切な温度の原燃料ガスを適切な量で、後段の機器に供給する。

#### 【0011】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る実施の形態の燃料蒸発装置を、図面を参照して詳細に説明する。なお、本発明に係る実施の形態は、ガス温度調整室へ導入される高温熱媒体のバイパスを行う第 1 の実施形態と、ガス温度調整室へ導入される高温熱媒体に低温熱媒体を混合する第 2 の実施の形態の 2 つに分けられる。

#### 【0012】

##### 《第 1 の実施形態》

以下、本発明に係る第 1 の実施形態の燃料蒸発装置を説明する。

図 1 は、第 1 の実施形態の燃料蒸発装置が使用される燃料電池システムの構成図である。図 2 は、第 1 の実施形態の燃料蒸発装置の一部破断平面図である。図 3 は、図 2 の A - A 線断面図である。図 4 は、図 2 第 1 の B - B 線断面図である。図 5 は、第 1 の実施形態の燃料蒸発装置の制御系のブロック図である。

#### 【0013】

##### 〔燃料電池システム〕

先ず、第 1 の実施形態の燃料蒸発装置 1 が使用される燃料電池システム F C S の構成及び作用を、図 1 を参照して説明する。燃料電池システム F C S は、燃料蒸発装置 1、改質器 2、CO 除去器 3、空気圧縮機 4、燃料電池 5、気液分離装



置 6、燃焼バーナ 7、そして、原燃料タンク T（水・メタノール混合液貯蔵タンク）を含んで構成される。

## 【0014】

燃料蒸発装置 1 は、蒸発装置本体 10、触媒燃焼器 20、ガス温度調整室 30、原燃料噴射装置 40 を有する。この燃料蒸発装置 1 は、原燃料タンク T からポンプ P で圧送されたメタノール・水混合液などの液体状の原燃料を、原燃料噴射装置 40 を介して高温に加熱された蒸発装置本体 10 内に噴射して、原燃料を蒸発させて原燃料ガスにするものである。なお、原燃料を蒸発させる高温熱媒体は、触媒燃焼器 20 から供給される燃焼ガスであり、この燃焼ガスは燃料電池 5 のオフガスなどを触媒燃焼器 20 で触媒燃焼させることにより得られる。このようにして得られた原燃料ガスは、ガス温度調整室 30 で温度調整された後に改質器 2 へ供給される。この燃料蒸発装置 1 については、後に詳細に説明する。

## 【0015】

改質器 2 は、水蒸気改質と部分酸化により燃料蒸発装置 1 から供給される原燃料ガスを水素リッチな燃料ガスに改質する。水蒸気改質及び部分酸化は、改質器 2 内に設けた触媒の作用により反応が促進される。なお、原燃料ガスの部分酸化を行うため、改質器 2 には、空気圧縮機 4 などから図示しない配管により空気が供給される。

## 【0016】

このようにして得られた燃料ガスは、CO 除去器 3 により、触媒の存在下一酸化炭素の選択酸化反応が行われる。これにより、燃料ガス中の一酸化炭素が二酸化炭素に転換されて除去される。一酸化炭素を除去するのは、燃料電池 5（固体高分子型）の白金触媒が被毒されるのを防止して、燃料電池 5 の寿命を長くするためである。CO 除去器 3 は、No.1-CO 除去器 3 a と No.2-CO 除去器 3 b を有し、燃料ガス中の一酸化炭素の濃度を可及的に低減する。なお、CO 除去器 3 において、逆シフトやメタネーションなどの好ましくない反応が起こらないように、図示しない熱交換器により燃料ガスの温度調整が行われる。

## 【0017】

空気圧縮機 4 は、空気を圧縮して燃料電池 5 が必要とする酸素を供給する。ま

た、空気圧縮機 4 は、前記のとおり、改質器 2 における部分酸化用の空気を供給する。さらに、空気圧縮機 4 は、No.2-C の除去器 3 b にも空気を供給し、燃料ガス中の一酸化炭素を二酸化炭素に転換する。なお、この空気圧縮機 4 の動力として、燃料電池 5 から排出されるオフガスが膨張する際のエネルギーを利用することができる。

## 【0018】

燃料電池 5 は、前記のとおり固体高分子型である。燃料電池 5 の水素極には一酸化炭素が除去された燃料ガスが供給され、燃料電池 5 の酸素極には、空気圧縮機 4 からの空気が供給される。燃料電池 5 の内部では、白金触媒の存在下、電気化学反応により水素と酸素から水を生じると共に、電気を生じる。この電気は、電気自動車の動力源などとして使用することができる。

## 【0019】

燃料電池 5 の水素極からは、未利用の水素を含むオフガス及び生成した水が排出されるが、これらは、気液分離装置 6 により気体と液体とに分離される。オフガスは、燃料電池システム F C S の起動時には、燃焼バーナ 7 に供給されて燃やされ、触媒燃焼器 20 などを暖機する。また、オフガスは、燃料電池システム F C S の暖機終了後には、燃焼バーナ 7 で燃やされることなく燃料蒸発装置 1 に供給され、触媒燃焼器 20 で触媒燃焼され原燃料を蒸発させる熱源などに使用される。なお、燃料電池システム F C S の起動時には、触媒燃焼器 20 にはオフガスの代わりに触媒燃焼用の燃料（メタノールなど）が供給される。

以上が、第 1 の実施形態の燃料蒸発装置 1 が使用される燃料電池システム F C S の構成及び作用である。

## 【0020】

## 〔燃料蒸発装置〕

次に、本発明を具現化した燃料蒸発装置 1 の説明を行う（図 2 ～図 4 参照）。第 1 の実施形態の燃料蒸発装置 1 は、原燃料 F L の蒸発を行い原燃料ガス F G を発生する蒸発装置本体 10、高温熱媒体たる燃料ガス H G を発生する触媒燃焼器 20、原燃料ガスの温度調整を行うガス温度調整室 30、原燃料 F L を噴射する原燃料噴射装置 40 を含んで構成される。

これらの概略的な位置関係を説明すると、蒸発装置本体 10 は触媒燃焼器 20 の上部、ガス温度調整室 30 は蒸発装置本体 10 の一側面に、原燃料噴射装置 40 は蒸発装置本体 10 の上部に、それぞれ取り付けられる。

また、第 1 の実施形態の燃料蒸発装置 1 は、ガス温度調整室 30 に導入される燃焼ガス（高温熱媒体）HG を抜き出してガス温度調整室 30 を介さずにバイパスさせるバイパス流路 51 及びバイパス弁 BV と、このバイパス弁 V の開度を制御するバイパス弁制御部 FIC を有する。

#### 【0021】

##### （１）蒸発装置本体；

蒸発装置本体 10 は、図 3 などに示すように、その内側に U 字型の熱媒チューブ 12 を多数備える箱型をした蒸発室 11 を有する。この蒸発室 11 は、原燃料噴射装置 40 から噴射された原燃料 FL を、高温熱媒体たる燃焼ガス HG により蒸発させて、原燃料ガス FG を発生させる。

#### 【0022】

図 3 に示すように、蒸発室 11 における熱媒チューブ 12 は、熱媒チューブ 12 同士の間隔が上方に広く下方に狭くなるように配されている（インジェクタ 41 に近づくにつれて疎、離れるにつれて密となるよう配されている）。これは、インジェクタ 41 から噴射された原燃料 FL が蒸発室 11 に遠方まで行き渡るようにするためである。また、インジェクタ 41 A に近い部分の熱媒チューブ 12 に、熱媒チューブ 12 同士にまたがるような大きな膜沸騰を生じ難くして（熱媒チューブ 12 同士の間隔を広くすることで、膜沸騰を起こしている部分が大きく成長するのを防いで）、原燃料 FL 及び発生した原燃料ガス FG の通路を確保するためである。ちなみに、本実施形態の場合、蒸発室 11 の下方における熱媒チューブ 12 の間隔を密にして蒸発室 11 の下方を強く加熱することで、液溜まりの発生も防止される。

#### 【0023】

また、図 3 に示すように、蒸発室 11 の蒸発室下面 11 b は、多数備える熱媒チューブ 12 の内、最下層に位置する熱媒チューブ 12 の形状（配置）に応じて断面波形に構成され、熱媒チューブ 12 と蒸発室下面 11 b との間にできる空間

を少なくして、大きな液溜まりが生じないようにしている。但し、この蒸発室下面 1 1 b と最下層に位置する熱媒チューブ 1 2 の間にはわずかな隙間が設けてあり、振動などにより両者が接触しないようになっている。

## 【 0 0 2 4 】

図 4 に示すように、蒸発室 1 1 の正面側（燃料蒸発装置 1 を基準としての正面側）は、熱媒チューブ 1 2 を保持する熱媒チューブ保持板 1 2 a により塞がれ、燃焼ガス H G と原燃料ガス F G とが混じり合わないようにしている。熱媒チューブ 1 2 は、その両端が開放されており、燃焼ガス H G は、熱媒チューブ 1 2 の下部側の端部（熱媒チューブ入口 1 2 in）からこの熱媒チューブ 1 2 の中に入り、熱媒チューブ 1 2 の上部側の端部（熱媒チューブ出口 1 2 out）から抜け出る構造になっている。この熱媒チューブ出口 1 2 out が、後に説明する燃焼ガス通路 1 3 の起端になる。ここで、正面、側面及び後面などの位置関係は、燃料蒸発装置 1 を基準としたものである（以下同じ）。

## 【 0 0 2 5 】

なお、熱媒チューブ 1 2 の上部側は、その端部に向かって下るように傾斜している。このように傾斜しているのは、熱媒チューブ 1 2 の上部側に原燃料 F L が液滴状に付着した場合、付着した液滴を熱媒チューブ保持板 1 2 a の方へ向けて移動させ、熱媒チューブ保持板 1 2 a が有する熱により蒸発させるためである。

## 【 0 0 2 6 】

なお、この蒸発装置本体 1 0 は、蒸発室 1 1 内で原燃料 F L を蒸発して原燃料ガス F G を発生するが、発生した原燃料ガス F G は、蒸発室 1 1 の出口に備える通気手段 1 4 を通ってガス温度調整室 3 0 に導かれる（図 3 参照）。ちなみに、通気手段 1 4 は、小孔がたくさんあいたパンチングプレートなどから構成され、原燃料 F L の飛沫などの液滴がガス温度調整室 3 0 に直接入り込まないようにしている。

## 【 0 0 2 7 】

第 1 の実施形態の燃料蒸発装置 1 は、蒸発室 1 1 の保温を兼ねた燃焼ガス通路 1 3 を有する。この燃焼ガス通路 1 3 は、蒸発室 1 1 の熱媒チューブ出口 1 2 out を起端として、蒸発室 1 1 の正面、側面及び後面に配設され、ガス温度調整室

3 0 (胴入口 3 2 in) に至る。ちなみに、本実施形態の燃焼ガス通路 1 3 は、触媒燃焼器 2 0 の隔壁板 2 4 及び触媒燃焼器 2 0 の一側面 2 0 s も併せて覆う構造を有する。

【0 0 2 8】

なお、図 2 において符号 1 5 で表される部材は空気導入口であり、改質器 2 における改質反応（部分酸化反応）で必要とする空気（酸素）を、燃料蒸発装置 1 での原燃料ガス F G を発生させる段階で導入し、原燃料ガス F G に混合する。このように原燃料ガス H G に空気を混合することにより、原燃料ガス H G と空気とのミキシングが良好になり、改質器 2 において円滑な反応が行われる。

【0 0 2 9】

(2) 触媒燃焼器；

第 1 の実施形態の触媒燃焼器 2 0 は、蒸発室 1 1 と同様に箱型をしており、その内部にハニカム形状の触媒からなる触媒層 2 2 を有する。そして、触媒燃焼器入口 2 1 を介して供給される被燃焼体たる燃料電池 5 のオフガス O G、即ち、水素と酸素の混合ガスを触媒燃焼させる。オフガス O G の触媒燃焼により発生した燃焼ガス H G は、高温熱媒体として蒸発室 1 1 における原燃料 F L の蒸発、蒸発室 1 1 の保温、及びガス温度調整室 3 0 における原燃料ガス F G の温度調整に使用される。

【0 0 3 0】

また、触媒燃焼器 2 0 は、その内部における触媒燃焼により、触媒燃焼器 2 0 自体が高温になっている。本実施形態においては、この触媒燃焼器 2 0 自体が発生する熱を利用するため、触媒燃焼器 2 0 は、蒸発室 1 1 の蒸発室下面 1 1 b にその上面（触媒燃焼器上面 2 0 t）が密着して設けられている。このように密着させることにより、触媒燃焼器 2 0 が発生する熱を蒸発室下面 1 1 b に伝導伝熱により伝え、触媒燃焼器 2 0 が発生する熱を有効に利用することができる。

【0 0 3 1】

ちなみに、本実施形態の蒸発室下面 1 1 b は、液溜まりが生じる場所である。従って、蒸発室 1 1 の蒸発室下面 1 1 b を、触媒燃焼器 2 0 をもって強く加熱することで、液溜まりの発生防止及び発生した液溜まりの速やかな蒸発を図ること

ができる。また、触媒燃焼器 2 0 の廃熱の有効利用も図られる。なお、触媒燃焼器上面 2 0 t が、蒸発室 1 1 の蒸発室下面 1 1 b を兼ねる構成であってもよい。また、触媒燃焼器上面 2 0 t と蒸発室下面 1 0 b の間に電熱ヒータを介在させる構成であってもよい。さらに、触媒燃焼器上面 2 0 t と蒸発室下面 1 1 b の間に距離を置き、輻射及び対流により触媒燃焼器 2 0 が発する熱を蒸発室 1 1 に伝える構成としてもよい。

#### 【0032】

なお、触媒燃焼器 2 0 には、燃焼ガス H G を触媒燃焼器出口 2 3 から蒸発室 1 1 における熱媒チューブ入口 1 2 in に導く断面半円状の隔壁板 2 4 が取り付けられている。この隔壁板 2 4 により、触媒燃焼器出口 2 3 と熱媒チューブ出口 1 2 out の燃焼ガス H G が混合しないようになっている。この触媒燃焼器 2 0 や触媒層 2 2 (ハニカム材料) の材質としては、高温に耐え、耐蝕性もあるステンレス鋼 (例えば S U S 3 1 6) などが適している。

#### 【0033】

##### (3) ガス温度調整室；

ガス温度調整室 3 0 は、蒸発室 1 1 の出口の下流側に、蒸発装置本体 1 0 の側面から突出して取り付けられる。図 3 に示すように、このガス温度調整室 3 0 はシェル&チューブ式の熱交換器であり、管 3 1 の側に原燃料ガス F G を通し (管入口 3 1 in から管 3 1 に入り管出口 3 1 out から排出)、胴 3 2 の側に燃焼ガス H G を通し (胴入口 3 2 in から胴 3 2 に入り胴出口 3 2 out から排出)、蒸発室 1 1 で発生した原燃料ガス F G の温度調整及び温度ムラの解消を行う。同時に、凝縮性の原燃料ガス F G を燃焼ガス H G で過熱して乾き蒸気にし、原燃料ガス F G の凝縮を防止する役割も備える。本実施形態では、ガス温度調整室 3 0 へは、蒸発室 1 1 を加熱した後の燃焼ガス H G が供給される。

#### 【0034】

##### (4) バイパス；

バイパス流路 5 1 は、ガス温度調整室 3 0 における胴入口 3 2 in の部分から分岐して、胴 3 1 を迂回し、胴出口 3 2 out に合流する燃焼ガス H G のバイパス流路である (図 2 及び図 5 参照)。第 1 の実施形態におけるバイパス弁 B V は、ス

テッピングモータにより作動するバタフライ弁である。バイパス弁制御部は後述する原燃料噴射制御部 F I C が兼ね、バイパス弁 B V の開度を制御する。

この構成により、ガス温度調整室 3 0 に供給される燃焼ガス H G の量を変化させ、もって原燃料ガス F G の温度調整を行う。

#### 【 0 0 3 5 】

##### ( 5 ) 原燃料噴射装置 ;

原燃料噴射装置 4 0 は、1 流体ノズルの噴射装置であり、原燃料 F L を蒸発室 1 1 内に噴射するものである。この原燃料噴射装置 4 0 は、原燃料 F L を噴射するインジェクタ 4 1 を含んで構成され、蒸発室上面 1 1 t に取り付けられている。本実施形態では、インジェクタ 4 1 は、3 つ (インジェクタ 4 1<sub>1</sub>、4 1<sub>2</sub>、4 1<sub>3</sub>) 設けられている。なお、原燃料 F L は、高温の燃焼ガス H G の保有熱量を有効に利用するため、蒸発室 1 1 内に多数備える熱媒チューブ 1 2 に沿う方向 (熱媒チューブ 1 2 の保持板 1 2 a に向かう方向) に主として噴射される。

#### 【 0 0 3 6 】

ちなみに、インジェクタ 4 1<sub>1</sub> から噴射された原燃料 F L は主として蒸発室 1 1 の左側で蒸発するように、インジェクタ 4 1<sub>2</sub> から噴射された原燃料 F L は主として蒸発室 1 1 の中央で蒸発するように、インジェクタ 4 1<sub>3</sub> から噴射された原燃料 F L は主として蒸発室 1 1 の右側で蒸発するように、噴射方向に指向性を持たせてある (図 2 参照)。つまり、噴射していない部分はいわば空焚状態になるようにしてある。

#### 【 0 0 3 7 】

##### ( 6 ) 温度センサ・原燃料噴射制御部 ;

図 2 ~ 図 5 を参照して温度センサ及び原燃料噴射制御部を説明する。

温度センサ T g in は触媒燃焼器出口 2 1 の部分、温度センサ T g<sub>1</sub> は蒸発室 1 1 正面における熱媒チューブ 1 2 の出口部分 (燃焼ガス通路 1 3 の起端部分)、温度センサ T g o はガス温度調整室 3 0 における胴入口 3 2 in の部分 (燃焼ガス通路 1 3 の末端部分) に設置され、それぞれの位置における燃焼ガス H G の温度を検知する。検知した温度信号は、後述する原燃料噴射制御部 F I C に送信される。

【0038】

温度センサ  $T v_1$  は蒸発室 1 1 の出口（ガス温度調整室 3 0 の管入口 3 1 in）に、温度センサ  $T v_2$  はガス温度調整室 3 0 の管出口 3 1 out に設置され、それぞれの位置における原燃料ガス F G の温度を検知する。検知した温度信号は、原燃料噴射制御部 F I C に送信される。

【0039】

原燃料噴射制御部 F I C は、温度信号などに基づいて原燃料噴射装置 4 0 による原燃料 F L の噴射量を制御する噴射量制御手段、及び 3 つあるインジェクタ  $4 1_1 \cdot 4 1_2 \cdot 4 1_3$  のうち使用（作動）するインジェクタ 4 1 を選択する噴射位置選択手段を有する。

【0040】

〔燃料蒸発装置の一般的動作〕

次に、第 1 の実施形態の燃料蒸発装置 1 の一般的な動作及び作用について説明する。

（1）蒸発室下面の加熱；

触媒燃焼器 2 0 は、燃料電池 5 のオフガス O G が供給され、触媒燃焼により燃焼して燃焼ガス H G を生成する。触媒燃焼が始まると、触媒燃焼器 2 0 自体の温度も上昇し、触媒燃焼器 2 0 の外表面が高温（約 3 0 0 °C）になる。ここで、燃料蒸発装置 1 は、蒸発室 1 1 の蒸発室下面 1 1 b と触媒燃焼器上面 2 0 t が密接している。従って、蒸発室 1 1 の蒸発室下面 1 1 b（蒸発室 1 1 の床面）は、触媒燃焼器 2 0 により加熱され高温になる。このように、触媒燃焼器 2 0 が発する熱を有効に利用することで、液溜まりの発生を防止し、また発生した液溜まりを迅速に蒸発させる。

【0041】

（2）燃焼ガスの流れ；

文中の（①）～（⑦）の記号は、図 2 ～図 4 に付した①～⑦の符号に対応して、燃料ガス蒸発装置 1 における燃焼ガス H G の流れを示す。

先ず、触媒燃焼器 2 0 によりオフガス O G を触媒燃焼させて生成した 6 5 0 ～7 0 0 °C の高温の燃焼ガス H G は（①）、熱媒チューブ入口 1 2 in から熱媒チュ



ープ 1 2 に入り、蒸発室 1 1 を加熱して、熱媒チューブ出口 1 2 out から抜け出る (②)。この間、燃焼ガス H G は、インジェクタ 4 1 から噴射され熱媒チューブ 1 2 に接触した原燃料 F L に熱を伝えて蒸発させる。なお、熱媒チューブ出口 1 2 out における燃焼ガス H G の温度は、約 3 5 0 °C である。

【 0 0 4 2 】

次に、燃焼ガス H G は、燃焼ガス通路 1 3 に入り、蒸発室 1 1 の正面 (③)、触媒燃焼器側面 2 0 s を含む蒸発室 1 1 の側面 (④)、蒸発室 1 1 の後面 (⑤) を経由してガス温度調整室 3 0 の胴入口 3 2 in に至る (⑥)。この間、燃焼ガス H G は、蒸発室 1 1 の側面などを保温する。なお、ガス温度調整室 3 0 の入口 (胴入口 3 2 in) における燃焼ガス H G の温度は、約 3 0 0 °C である。

【 0 0 4 3 】

そして、燃焼ガス H G は、ガス温度調整室 3 0 の胴 3 2 を通過した後に排気ダクト 3 3 から排出される (⑦)。この間、燃焼ガス H G は、原燃料ガス F G の温度調整を行う。

【 0 0 4 4 】

また、燃焼ガス H G の一部がガス温度調整室 3 0 をバイパスする場合は、燃焼ガス H G の一部が燃焼ガス通路 1 3 からバイパス弁 B V により分流し、バイパス通路 5 1 に入る (⑧)。そして、ガス温度調整室 3 0 の下流側で、ガス温度調整室 3 0 の胴 3 2 を通過した燃焼ガス H G と合流して排出される (図 5 参照)。

【 0 0 4 5 】

このように燃焼ガス H G が燃料蒸発装置 1 の内側を通流することにより、蒸発室 1 1 における原燃料 F L の蒸発が一層促進され、燃料蒸発装置としての応答性が優れたものになる。また、暖機も迅速に行われる。また、燃焼ガス H G がのバイパス量を調整することにより原燃料ガス H G に付与する熱量を加減して、原燃料ガス F G の積極的な温度調整を行うことができる。

【 0 0 4 6 】

( 3 ) 原燃料及び原燃料ガスの流れ；

原燃料タンク T (水・メタノール混合液貯蔵タンク) に貯蔵された原燃料 F L は、ポンプで圧送され、原燃料噴射装置 4 0 のインジェクタ 4 1 ( 4 1<sub>1</sub>・4 1<sub>2</sub>

・ 4 1<sub>3</sub>) から蒸発室 1 1 内に噴射される。第 1 の実施形態における原燃料噴射装置 4 0 のインジェクタ 4 1 は、所定の条件の下、任意のインジェクタ 4 1 から原燃料 F L を任意の蒸発室 1 1 に噴射可能になっている。ちなみに、特定のインジェクタ 4 1 を使用することにより、原燃料ガス F G の温度調整を行うことができる。この点については、燃料蒸発装置の具体的制御として後述する。

## 【 0 0 4 7 】

原燃料噴射装置 4 0 のインジェクタ 4 1 から蒸発室 1 1 内に噴射された原燃料 F L は、大部分が蒸発室 1 1 内に多数配設された熱媒チューブ 1 2 の表面で直ちに蒸発し原燃料ガス F G になる。ところで、急激かつ多量に原燃料 F L が噴射されるなどした場合は、蒸発しきれない原燃料 F L は、蒸発室 1 1 の下方に滴下するが、滴下する際に、すでに蒸発した原燃料ガス F G と熱交換して温度が上昇する（一部は蒸発する）。また、未蒸発の原燃料 F L が下方に位置する熱媒チューブ 1 2 の上に滴下すると、熱媒チューブ 1 2 の表面で加熱されて蒸発する。なお、最後まで蒸発しきれない原燃料 F L は、蒸発室下面 1 1 b まで達するが、蒸発室下面 1 1 b は、触媒燃焼器 2 0 により強く加熱され高温になっているので、液溜まりを生じることなく蒸発する。

さらに、蒸発装置本体 1 0 （蒸発室 1 1 ）は、燃焼ガス通路 1 3 により加熱・保温されるため、一層原燃料 F L の蒸発が促進され、液溜まりが生じ難くなっている。

## 【 0 0 4 8 】

つまり、従来のような燃料蒸発装置においては、蒸発室の各面は蒸発した原燃料ガスにより暖められるか、熱源である熱媒チューブ及び熱媒チューブ保持板から伝導伝熱などにより暖められるのみであった。従って、原燃料が蒸発室の側面などに付着しても蒸発しにくく、また、一旦蒸発した原燃料ガスも蒸発室内で凝縮しやすいものであった（即ち液溜まりを生じやすかった）。

この点、本実施の形態の燃料蒸発装置 1 は、蒸発室 1 1 の複数の面が燃焼ガス H G 及び触媒燃焼器 2 0 により加熱・保温される構成であるので、液溜まりの発生を可及的に防止することができる（即ち燃料蒸発装置としての応答性がよい）。

## 【0049】

また、蒸発室11における熱媒チューブ12は、インジェクタ41に近づくにつれて間隔が疎になるように配されているので、良好に原燃料FLを蒸発させることができる。同時に、原燃料FLや原燃料ガスの通流の阻害となるような膜沸騰部分が、インジェクタ41A・41B・41Cに近い部分で生じ難く、この点からも良好に原燃料FLを蒸発させることができる。

## 【0050】

なお、蒸発室11で蒸発した原燃料ガスFGは、小孔が多数あいたパンチングプレートなどの通気手段14を通してガス温度調整室30に入り、蒸気チューブ31を通して温度調整され、図1に示す改質器2に導かれる。このように、ガス温度調整室30を通過させることにより、原燃料ガスFGにおける温度ムラが解消される。

## 【0051】

## 〔燃料蒸発装置の具体的制御〕

次に、第1の実施形態の燃料蒸発装置の具体的制御、殊に蒸発室内における原燃料を噴射する位置を切り換えることにより蒸発室出口（燃料蒸発装置出口）における原燃料の温度を制御する燃料蒸発装置の具体的制御について説明する。ちなみに、燃料蒸発装置は、燃料電池システムに組み込まれて車両（燃料電池電気自動車）に搭載されるものとする。

図6は、蒸発室内における原燃料噴射位置と蒸発室出口における原燃料ガス温度の関係を示す図である。図7（a）は、原燃料ガス温度の目標温度範囲と許容温度範囲を説明する図である。図7（b）は、定常時における基本噴射パターンを示す。図8は、定常時における制御を示すフローチャートである。図9は、加速時における制御を示すフローチャートである。図10は、燃焼ガスをバイパスさせることにより原燃料ガスの温度調整を行う制御のフローチャートである。図11は、燃料電池の運転出力と燃料ガス温度の関係を示す図である。

## 【0052】

## （1）原燃料噴射位置と原燃料ガス温度の関係；

本発明者らは、どのように蒸発室内に原燃料を噴射すれば好適な温度範囲の原

燃料ガスが得られるかについての試験を、別に行なった。具体的には、原燃料噴射手段たるインジェクタを蒸発室出口からの距離を違えて3つ設けてある蒸発室（本実施形態の蒸発室11のような蒸発室）を使用し、各インジェクタについて同じ量の原燃料を噴射したときの蒸発室出口における原燃料ガスの温度を測定した。そして、蒸発室における原燃料噴射位置と蒸発室出口における原燃料ガスの温度の関係を明らかにした。

## 【0053】

試験の結果を図6に示す。この図に示すとおり、蒸発室出口を基準にして、蒸発室の奥に位置するインジェクタAから原燃料を噴射したときが、アイドリング時及び低負荷時とも、原燃料ガスの温度が最も高くなった。また、蒸発室出口に近い手前に位置するインジェクタCから原燃料を噴射したときが、アイドリング時及び低負荷時とも、原燃料ガスの温度が最も低くなった（噴射量は同じ）。そして、インジェクタAとインジェクタCの中央に位置するインジェクタBから原燃料を噴射したときは、原燃料ガスの温度はインジェクタAとインジェクタCの中間であった（噴射量は同じ）。

## 【0054】

このことから、本実施形態の燃料蒸発装置1の場合も、原燃料FLを噴射するインジェクタ41の位置を切り換え、蒸発室11の奥から原燃料FLを噴射することにより、蒸発室11の出口における原燃料ガスFGの温度を高めることができることがわかる。一方、蒸発室11の出口に近い手前側から原燃料FLを噴射することにより、蒸発室11の出口における原燃料ガスFGの温度を低くすることができることがわかる。こうした噴射位置の変化による原燃料FL又は燃焼ガスHGへの付与熱量の変化を対応付け、本実施形態では以下に示す温度制御を実施している。

## 【0055】

（2）原燃料噴射位置による原燃料ガスの温度制御（定常時）；

先ず、図7及び図8を参照して、原燃料噴射位置による蒸発室出口における原燃料ガスの温度制御を説明する。

図7（a）は、燃料電池の運転出力と原燃料ガスの目標温度範囲を示す。この

図で、 $T_{vmax}$ は許容温度範囲の上限、 $T_{vmin}$ は許容温度範囲の下限である。この許容温度範囲を逸脱することは許容されない。また、 $T_{vhigh}$ は目標温度範囲の上限、 $T_{vlow}$ は目標温度範囲の下限である。この目標温度範囲に原燃料ガスFGの温度を納めることにより、良好な条件で燃料電池システムFCSを運転することができる。

## 【0056】

図7(b)は、インジェクタの基本噴射パターンを示すものである。なお、この基本噴射パターンは、定常時における基本となる原燃料の噴射パターンを示すものである。

すなわち、①燃料電池5の運転出力が最も小さいアイドリング時(idle)には、要求される原燃料ガスFGは少量なので、原燃料FL及び原燃料ガスFGに与える熱量は小さくてよい。したがって、蒸発室11の出口に近い側のインジェクタ41<sub>3</sub>から原燃料FLが噴射される。

②燃料電池5の運転出力がアイドリング時よりも大きい状態のときは、やや原燃料ガスFGの量を増やし、熱量も増加させる必要があるので、蒸発室11の中央のインジェクタ41<sub>2</sub>からも原燃料FLが噴射されるようになる。

③さらに燃料電池5の運転出力が大きいときは、より原燃料ガスFGの量を増加させ、かつ与える熱量も大きくする必要がある。したがって、インジェクタ41<sub>2</sub>からの原燃料FLの噴射を停止し、その代わりに、最も高い温度で原燃料ガスFGを発生させることのできる蒸発室11の奥のインジェクタ41<sub>1</sub>から原燃料FLが噴射されるようになる。この場合、原燃料FLを噴射するインジェクタ41の数は②と同じ2つであるが、インジェクタ41の開閉時間を制御するパルス制御信号により、②の場合よりも③の場合の方が原燃料FLの噴射量は多くなっている。

④燃料電池5の運転出力が最も大きいスロットルの全開時(WOT)には、蒸発室11の3つのインジェクタ41<sub>1</sub>・41<sub>2</sub>・41<sub>3</sub>の全てから原燃料FLが噴射される。

## 【0057】

このように原燃料FLを蒸発室11に噴射することにより、アイドリング時か

ら全開時まで（定常時）、原燃料ガスFGを適切な温度で、かつ適切な量発生することが可能になる。

【0058】

次に、図8のフローチャートを参照して原燃料噴射位置による原燃料ガスの温度制御（定常時）を説明する。このフローチャートは、燃料電池システムFC Sが車両に搭載された場合を想定するものである。

なお、これ以降、符号 $T_{v1}$ 、 $T_{v2}$ は原燃料ガス温度センサではなく、原燃料ガス温度センサが検知した原燃料ガス温度を意味するものとする。また、符号 $T_{gin}$ 、 $T_{g1}$ 、 $T_{go}$ も、燃焼ガス温度センサではなく、燃焼ガス温度センサが検知した燃焼ガス温度を意味するものとする。

【0059】

先ず、暖機運転か否かを判断する（S1）。暖機運転であれば、暖機運転サブルーチンにより暖機運転処理を行う（S17）。次に、スロットル開度の変化（ $\Delta \theta_{th}$ ）があるか否かを判断する（S2）。スロットル開度の変化（ $\Delta \theta_{th}$ ）があれば、加速サブルーチンにより加速処理が行われる（S18）。この加速サブルーチンは、加速時（過渡状態時）における原燃料FLの噴射を行うものである。

【0060】

ステップS2でスロットル開度の変化（ $\Delta \theta_{th}$ ）がないと判断されると、車速やスロットル開度（ $\theta_{th}$ ）などから基本噴射パターン（図7(b)参照）に基づいて、噴射するインジェクタ41を選択する（S3）。次に、 $T_i-Q$ マップを読み込み、原燃料FLの噴射時間 $T_i$ （原燃料FLの噴射量Q）を仮に決定する（S4）。続いて、バッテリーへの充電や補器類の作動などの各種補正項による補正を行い、原燃料FLの噴射時間 $T_i$ を演算により決定する（S5）。そして、ステップS3で選択した基本噴射パターンとステップS5で決定した噴射時間 $T_i$ に基づいてインジェクタ41により原燃料FLを噴射する（S6）。

例えば、スロットル開度（ $\theta_{th}$ ）が多少開かれている場合には、インジェクタ41<sub>2</sub>及び41<sub>3</sub>が選択され（S3）、続いて噴射時間 $T_i$ が演算され（S4・S5）、インジェクタ41<sub>2</sub>及び41<sub>3</sub>が演算された時間だけ作動制御される（S

6)。

【0061】

次に、ガス温度調整室30の管出口31outにおける原燃料ガス温度 $T_{v2}$ と、図7(a)に示す目標温度上限 $T_{vhigh}$ を比較する(S7)。原燃料ガス温度 $T_{v2}$ の方が高くなっている場合は、原燃料ガスFGの温度を下げる処理が行われる。具体的には、各測定ポイント間の原燃料ガス温度 $T_{v1} \cdot T_{v2}$ の温度勾配を演算する(S8)。また、各測定ポイント間の燃焼ガス温度 $T_{gin} \cdot T_{g1} \cdot T_{go}$ の温度勾配( $T_{gin} \cdot T_{g1}$ 間、 $T_{g1} \cdot T_{go}$ 間)を演算する(S9)。これら温度勾配に基づいて、所定の $\Delta T_v$ -噴射パターンテーブルを読み込む(S10)。そして、この $\Delta T_v$ -噴射パターンテーブルに基づいてインジェクタ41の噴射位置を切り換える。

具体的な例として、41<sub>1</sub>、41<sub>2</sub>のインジェクタで噴射していた場合に、 $T_{v2} > T_{vhigh}$ になると、インジェクタ41A<sub>1</sub>からインジェクタ41<sub>3</sub>へと噴射位置を切り換えるように $\Delta T_v$ -噴射パターンテーブルが与えられている。

この一連の処理により原燃料ガスFGの温度( $T_{v2}$ )を低くして、目標温度範囲内にする。

【0062】

一方、ステップS7において、原燃料ガス温度 $T_{v2}$ が目標温度上限 $T_{vhigh}$ よりも低いと判断された場合は、原燃料ガス温度 $T_{v2}$ と目標温度下限 $T_{vmin}$ とを比較する(S12)。原燃料ガス温度 $T_{v2}$ が目標温度下限 $T_{vmin}$ よりも高い場合は、適温であるので最初に戻る。逆に、原燃料ガス温度 $T_{v2}$ が目標温度下限 $T_{vmin}$ よりも低い場合は、原燃料ガス温度 $T_{v2}$ を高くする処理が行われる。具体的には、各測定ポイント間の原燃料ガス温度 $T_{v1} \cdot T_{v2}$ の温度勾配を演算する(S13)。また、各測定ポイント間の燃焼ガス温度 $T_{gin} \cdot T_{g1} \cdot T_{go}$ の温度勾配( $T_{gin} \cdot T_{g1}$ 間、 $T_{g1} \cdot T_{go}$ 間)を演算する(S14)。これら温度勾配に基づいて、所定の $\Delta T_v$ -噴射パターンテーブルを読み込む(S15)。そして、この $\Delta T_v$ -噴射パターンテーブルに基づいてインジェクタ41の噴射位置を切り換える。

具体的な例として、41<sub>3</sub>のインジェクタで噴射していた場合に、 $T_{v2} < T_v$

lowになると、インジェクタ 4 1<sub>3</sub>からインジェクタ 4 1<sub>1</sub>へと噴射位置を切り換えるように $\Delta T_v$ -噴射パターンテーブルが与えられている。

この一連の処理により、原燃料ガス F L の温度 ( $T_{v2}$ ) を高くして目標温度範囲内にする。

#### 【0063】

このようにすることで、殊に定常時における原燃料ガス F G の温度を、原燃料ガス F G の発生量（燃料電池 5 の運転出力）にかかわらず、適切な温度範囲とすることができる。

#### 【0064】

(3) 加速時における原燃料ガスの発生量の確保；

図 9 のフローチャートを参照して、加速時における原燃料ガスの発生量を確保する制御（過渡時）を説明する。このフローチャートも、燃料電池システム F C S が車両に搭載された場合を想定するものである。

まず、スロットル開度の変化 ( $\Delta \theta_{th}$ ) があるか否かを判断する (S 2 1)。スロットル開度の変化 ( $\Delta \theta_{th}$ ) がない場合は、定常運転ルーチンによる処理を行う (S 3 8、図 8 参照)。スロットル開度の変化 ( $\Delta \theta_{th}$ ) がある場合は、スロットル開度の変化 ( $\Delta \theta_{th}$ ) の量が予め定められているものよりも大きいか否かを判断する (S 2 2)。スロットル開度の変化 ( $\Delta \theta_{th}$ ) の量が予め定められているものよりも大きいとき ( $\Delta \theta_{th} > k$ )、つまり、車両が中間加速あるは全開加速にあるときは、各インジェクタ 4 1 が停止しているか否かを判断する (S 2 3)。

#### 【0065】

作動しているインジェクタ 4 1 については、各種補正項から原燃料 F L の噴射時間  $T_i$  を演算し (S 2 4)、インジェクタ増量マップ 2 を読み込んで噴射量（噴射時間）を求め (S 2 5)、インジェクタ 4 1 からの噴射量を増加する。

一方、停止しているインジェクタ 4 1 については、各種補正項から原燃料 F L の噴射時間  $T_i$  を演算し (S 2 7)、インジェクタ増量マップ 3 を読み込んで噴射量（噴射時間）を求め (S 2 8)、作動していないインジェクタ 4 1 を作動させ原燃料 F L を噴射する (S 2 9)。



これにより、中間加速や全開加速などの過渡状態における原燃料ガス F G の増加要求に対応する。

【 0 0 6 6 】

ところで、ステップ S 2 2 において、スロットル開度の変化 ( $\Delta \theta_{th}$ ) の量が予め定められているものよりも大きくない場合 ( $\Delta \theta_{th} \leq k$ )、つまり車両の加速要求が弱いときは、インジェクタ 4 1 が作動（噴射）しているか否かを判断し（S 3 3）、噴射していないインジェクタ 4 1 は停止のままとし、噴射しているインジェクタ 4 1 にて増加要求に対応する。すなわち、噴射していないインジェクタ 4 1 については停止したままとする（S 3 7）。

作動しているインジェクタ 4 1 については、各種補正項により噴射時間  $T_i$  を演算し（S 3 4）、演算値とインジェクタ増量マップ 1 に基づいて原燃料 F L の噴射を行い（S 3 5）、わずかな加速に対する原燃料ガス F G の増加要求に対処する。

【 0 0 6 7 】

このように、停止中のインジェクタ 4 1 の作動開始、及び作動中のインジェクタ 4 1 の噴射量の増量により、車両が加速する際の原燃料ガス F G の増加要求に対処することができる。つまり、加速時には、原燃料の噴射量に見合った熱量が直ちに蒸発室に供給されるのではなく、通常、熱量の供給に時間的な遅れができ、結果として原燃料ガスの増量要求に的確に応答することができない状況が生じる。しかし、本実施形態のように、原燃料 F L の蒸発のために直接寄与していない部分（いわば空焚き状態の蒸発室 1 1 の部分）に原燃料 F L を噴射することにより、当該蒸発室の部位（当該部分における熱媒チューブ 1 2 など）が保有する熱量（熱マス）をもって、極めて応答性よく原燃料ガス F G の増量要求に応答することができる。

【 0 0 6 8 】

（４）バイパスによる制御

燃焼ガス H G をガス温度調整室 3 0 をバイパスさせることによる原燃料ガスの温度調整を行う制御（定常時）を説明する（図 1 0 参照）。

図 1 0 は、燃焼ガスをバイパスさせることにより原燃料ガスの温度調整を行う

制御のフローチャートであるが、このフローチャートは、燃料電池システム FCS が車両に搭載された場合を想定するものである。

## 【0069】

先ず、暖機運転か否かを判断する (S51)。暖機運転であれば、暖機運転サブルーチンにより暖機運転処理を行う (S64)。次に、スロットル開度の変化 ( $\Delta \theta_{th}$ ) があるか否かを判断する (S52)。スロットル開度の変化 ( $\Delta \theta_{th}$ ) があれば、加速サブルーチンにより加速処理が行われる (S65)。この加速サブルーチンは、加速時 (過渡状態時) における原燃料 FL の噴射を行うものである。

## 【0070】

ステップ S52 でスロットル開度の変化 ( $\Delta \theta_{th}$ ) がないと判断されると、車速やスロットル開度 ( $\theta_{th}$ ) などから基本噴射パターン (図 7 (b) 参照) に基づいて、噴射するインジェクタ 41 を選択する (S53)。次に、Ti-Q マップを読み込み、原燃料 FL の噴射時間 Ti (原燃料 FL の噴射量 Q) を仮に決定する (S54)。続いて、バッテリーへの充電や補器類の作動などの各種補正項による補正を行い、原燃料 FL の噴射時間 Ti を演算により決定する (S55)。そして、ステップ S53 で選択した基本噴射パターンとステップ S55 で決定した噴射時間 Ti に基づいてインジェクタ 41 により原燃料 FL を噴射する (S56)。

例えば、スロットル開度 ( $\theta_{th}$ ) が多少開かれている場合には、インジェクタ 41<sub>2</sub> 及び 41<sub>3</sub> が選択され、続いて噴射時間 Ti が演算され、インジェクタ 41<sub>2</sub> 及び 41<sub>3</sub> が演算された時間だけ作動制御される。

## 【0071】

次に、ガス温度調整室 30 の管出口 31 out における原燃料ガス温度  $T_{v2}$  と、図 7 (a) に示す目標温度上限  $T_{vhigh}$  を比較する (S57)。原燃料ガス温度  $T_{v2}$  の方が高くなっている場合は、燃料ガス FG の温度を下げる処理が行われる。具体的には、各測定ポイント間の原燃料ガス温度  $T_{v1}$ ・ $T_{v2}$  の温度勾配を演算する (S58)。また、各測定ポイント間の燃焼ガス温度  $T_{gin}$ ・ $T_{g1}$ ・ $T_{go}$  の温度勾配 ( $T_{gin}$ ・ $T_{g1}$  間、 $T_{g1}$ ・ $T_{go}$  間) を演算する (S59)。

さらに、燃焼ガス温度  $T_{go}$  を検知すると共に、補正項の演算を行う (S 6 0)。上記演算に基づいて、バイパス弁 B V の S T E P - Q マップを読み込み及び演算を行い、バイパス弁 B V の開度 (S T E P) を決定する (S 6 1)。そして、決定した開度に基づいて、バイパス弁 B V を O N する (S 6 2)。この一連の処理により、ガス温度調整室 3 0 において、胴 3 2 の側を通流する燃焼ガス H G の流量を押さえることで、原燃料ガス F G に与える熱量を小さくし、原燃料ガス F G の温度 ( $T_{v2}$ ) を低くして目標温度範囲内にする。

## 【 0 0 7 2 】

一方、ステップ 5 7 において、原燃料ガス温度  $T_{v2}$  が目標温度上限  $T_{vhigh}$  よりも低いと判断された場合は、バイパス弁 B V を O F F にして全閉する (S 6 3)。この処理により、熱の損失が押さえられる。

## 【 0 0 7 3 】

このように熱源たる燃焼ガスを抜き出してガス温度調整室をバイパスさせることで、原燃料ガスの温度制御、並びに原燃料ガスの発生量を容易かつ精度よく行うことができる。また、蒸発室内の 3 つのインジェクタを噴き分けることにより、一層原燃料ガスの温度制御、及び原燃料ガスの発生量の制御を容易かつ精度よく行うことができる。従って、応答性に優れ、負荷変動が極端に大きい条件で使用される燃料電池システムの原燃料を蒸発させる燃料蒸発装置として好適に使用することができる。

## 【 0 0 7 4 】

ちなみに図 1 1 は、燃料蒸発装置により原燃料を蒸発した際の発生する原燃料ガス温度と燃料電池の運転出力の関係を示したものである。

従来の燃料蒸発装置は、燃料電池の運転出力が大きい高負荷時に原燃料ガスの温度 (装置出口での温度) が、好適な温度範囲となるように設計される。従って、燃料電池の運転出力が小さい低負荷時から運転出力が中位の中負荷時では、原燃料ガスの温度 (装置出口での温度) が好適な温度範囲よりも高くなるという問題があった。

しかし、第 1 の実施形態の燃料蒸発装置によれば、原燃料ガス温度 (ガス温度調整室の出口) を、燃料電池の運転出力が小さい低負荷時から運転出力が大きい

高負荷時まで好適な温度範囲に収めることができるとう顕著な効果を有する。

【0075】

#### 《第2の実施形態》

次に、本発明に係る第2の実施形態の燃料蒸発装置の説明を行う。第2の実施形態の燃料蒸発装置は、原燃料ガスの温度を調整するガス温度調整室に導入される燃料ガスに低温熱媒体としての空気（希釈エア）を混合して、ガス温度調整室において積極的な原燃料ガスの温度調整を可能とするものである。

なお、第1の実施形態と同一の部材・要素などについては、第1の実施形態で使用了図面を参酌すると共に同一の符号を付し、その説明を省略する。

図12は、第2の実施形態の燃料蒸発装置の一部破断平面図である。図13は、第2の実施形態の燃料蒸発装置の制御系のブロック図である。

【0076】

#### 〔燃料電池システム〕

第2の実施形態の燃料電池システムは、第1の実施形態における燃料電池システムと同じであるので、その説明を省略する。

【0077】

#### 〔燃料蒸発装置〕

第2の実施形態の燃料蒸発装置は、第1の実施形態の燃料蒸発装置の構成のうち、燃焼ガスをバイパスする構成（バイパス弁、バイパス通路、バイパス弁制御部）を除く他の構成をすべて備える。また、第2の実施形態の燃料蒸発装置は、ガス温度調整室に導入される燃焼ガス（高温熱媒体）に希釈エア（低温熱媒体）を混合する希釈エア供給部（低温熱媒体供給部）、希釈エア供給流路（低温熱媒体供給流路）、希釈エア供給弁（低温熱媒体供給弁）と、この希釈エア供給弁の開度を制御する希釈エア供給弁制御部（低温熱媒体供給弁制御部）を有する。

【0078】

希釈エア供給部は、図1に示す空気圧縮機4が兼ねる。つまり、希釈エアは、空気圧縮機4から供給される空気である。希釈エア供給流路61は、空気圧縮機4と燃料蒸発装置1のガス温度調整室30の胴入口32inとを結ぶ配管である。ちなみに、希釈エアの温度は10～70℃程度である。

【 0 0 7 9 】

第 2 の実施形態における希釈エア供給弁 A C V は、ステッピングモータにより作動するバタフライ弁である。希釈エア供給弁制御部は原燃料噴射制御部 F I C が兼ね、希釈エア供給弁 A C V の開度を制御する。なお、図 1 2 において、符号 6 2 は逆止弁である。また、符号 T a i r は、希釈エアの温度を検知する温度センサである。

この構成により、ガス温度調整室 3 0 に供給される燃焼ガス H G の温度を変化させ、もって原燃料ガス F G の温度調整を行う。

【 0 0 8 0 】

〔燃料蒸発装置の一般的動作〕

第 2 の実施形態における燃料蒸発装置 1 は、燃焼ガス H G の温度を変化させるための希釈エアを供給すること以外の一般的な動作・作用は、第 1 の実施形態の燃料蒸発装置 1 の動作・作用と同じであるので説明を省略する。

【 0 0 8 1 】

〔燃料蒸発装置の具体的制御〕

第 2 の実施形態の燃料蒸発装置 1 の具体的制御のうち、本実施形態に特有の、燃焼ガス H G に希釈エアを混合することによる原燃料ガス F G の温度調整を行う制御（定常時）を説明する。なお、以下の説明で符号 T a i r は、希釈エアの温度を検知する温度センサではなく、この温度センサが検知した希釈エア温度を意味するものとする。

図 1 4 は、燃焼ガスに希釈エアを混合することにより燃料ガスの温度を調整行う制御のフローチャートである。このフローチャートは、燃料電池システム F C S が車両に搭載された場合を想定するものである。

【 0 0 8 2 】

先ず、暖機運転か否かを判断する（S 7 1）。暖機運転であれば、暖機運転サブルーチンにより暖機運転処理を行う（S 8 4）。次に、スロットル開度の変化（ $\Delta \theta$  t h）があるか否かを判断する（S 7 2）。スロットル開度の変化（ $\Delta \theta$  t h）があれば、加速サブルーチンにより加速処理が行われる（S 7 5）。この加速サブルーチンは、加速時（過渡状態時）における原燃料 F L の噴射を行うも

のである。

### 【0083】

ステップS72でスロットル開度の変化( $\Delta \theta_{th}$ )がないと判断されると、車速やスロットル開度( $\theta_{th}$ )などから基本噴射パターン(図7(b)参照)に基づいて、噴射するインジェクタ41を選択する(S73)。次に、 $T_i-Q$ マップを読み込み、原燃料FLの噴射時間 $T_i$ (原燃料FLの噴射量 $Q$ )を仮に決定する(S74)。続いて、バッテリーへの充電や補器類の作動などの各種補正項による補正を行い、原燃料FLの噴射時間 $T_i$ を演算により決定する(S75)。そして、ステップS73で選択した基本噴射パターンとステップS75で決定した噴射時間 $T_i$ に基づいてインジェクタ41により原燃料FLを噴射する(S76)。

例えば、スロットル開度( $\theta_{th}$ )が多少開かれている場合には、インジェクタ41<sub>2</sub>及び41<sub>3</sub>が選択され、続いて噴射時間 $T_i$ が演算され、インジェクタ41<sub>2</sub>及び41<sub>3</sub>が演算された時間だけ作動制御される。

### 【0084】

次に、ガス温度調整室30の管出口31outにおける原燃料ガス温度 $T_{v2}$ と、図7(a)に示す目標温度上限 $T_{vhigh}$ を比較する(S77)。原燃料ガス温度 $T_{v2}$ の方が高くなっている場合は、原燃料ガスFGの温度を下げる処理が行われる。具体的には、各測定ポイント間の原燃料ガス温度 $T_{v1} \cdot T_{v2}$ の温度勾配を演算する(S78)。また、各測定ポイント間の燃焼ガス温度 $T_{gin} \cdot T_{g1} \cdot T_{go}$ の温度勾配( $T_{gin} \cdot T_{g1}$ 間、 $T_{g1} \cdot T_{go}$ 間)を演算する(S79)。さらに、希釈エア圧力 $P_{air}$ 及び希釈エア温度 $T_{air}$ を検知すると共に、補正項の演算を行う(S80)。上記演算に基づいて、希釈エア供給弁ACVのSTEP-Qマップを読み込み及び演算を行い、希釈エア供給弁ACVの開度(STEP)を決定する(S81)。そして、決定した開度に基づいて、希釈エア供給弁ACVをONする(S82)。この一連の処理により、適切な量の希釈エアがガス温度調整室30の胴32の側に導入(燃焼ガスHGに希釈エアが混合)され、管32の側を通流する原燃料ガスFGの温度( $T_{v2}$ )を低くして目標温度範囲内にする。

【0085】

一方、ステップ77において、原燃料ガス温度 $T_{v2}$ が目標温度上限 $T_{vhigh}$ よりも低いと判断された場合は、希釈エア供給弁ACVをOFFにして全閉する(S83)。この処理により、熱の損失が押さえられる。

【0086】

このように希釈エアを燃焼ガスに混合してガス温度調整室に供給することで、原燃料ガスの温度を、第2の実施形態と同様に好適に制御する(図11参照)。

【0087】

以上説明した本発明は、上記発明の実施の形態に限定されることなく、広く変形実施することができる。

例えば、高温熱媒体通路たる燃焼ガス通路を蒸発室上面に配設してもよい。このようにすることで、蒸発室上面からの熱逃げを防止することができる。触媒燃焼器は、燃焼バーナや電熱ヒータなどに置きかえることもできる。また、高温熱媒体は、燃焼ガスを空気や液体などと熱交換したもの、電熱ヒータにより加熱された空気や液体などでもよい。また、インジェクタの数を2本としても3本以上としてもよい。

【0088】

また、例えば、燃焼ガスの熱量が過剰となるような場合は、触媒燃焼器の出口で燃焼ガスをバイパスして一部を排気することとしてもよい。燃焼ガスの熱量が不足するような場合は、メタノール(原液)を電気ヒータなどで加熱して蒸発させ、これを触媒燃焼器で燃焼させることで燃焼ガスの熱量を増すこととしてもよい。また、燃料電池は、固体高分子型に限らず、磷酸型の燃料電池(PAFC)などであってもよい。また、蒸発室の形状にかかわらず本発明を実施することができる。さらに、第1の実施形態と第2の実施形態を組み合わせることもできる。

【0089】

【発明の効果】

本発明によれば(請求項1)、ガス温度調整室により、蒸発室で蒸発して生成した原燃料ガスの温度ムラを解消することができる。加えて、ガス温度調整室へ

導入される高温熱媒体をバイパスすることで、ガス温度調整室の熱源として使用される高温熱媒体の量を調整することができ、より適した温度の原燃料ガスを応答性よく後段の機器に供給することができる。

また、本発明によれば（請求項 2）、ガス温度調整室により、蒸発室で蒸発して生成した原燃料ガスの温度ムラを解消することができる。加えて、低温熱媒体を供給することにより、ガス温度調整室の熱源として使用される高温熱媒体の温度を調整することができ、より適した温度の原燃料ガスを応答性よく後段の機器に供給することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る実施の形態の燃料蒸発装置が使用される燃料電池システムの構成図である。

【図 2】 第 1 の実施形態の燃料蒸発装置の一部破断平面図である。

【図 3】 図 2 の A - A 線断面図である。

【図 4】 図 2 の B - B 線断面図である。

【図 5】 第 1 の実施形態の燃料蒸発装置の制御系のブロック図である。

【図 6】 蒸発室内における原燃料噴射位置と蒸発室出口における原燃料ガス温度の関係を示す図である。

【図 7】 (a) は原燃料ガス温度の目標温度範囲と許容温度範囲を説明する図であり、(b) は定常時における基本噴射パターンを示す。

【図 8】 第 1 の実施形態の燃料蒸発装置の定常時における制御を示すフローチャートである。

【図 9】 第 1 の実施形態の燃料蒸発装置の加速時における制御を示すフローチャートである。

【図 10】 第 1 の実施形態の燃料蒸発装置の燃焼ガスをバイパスさせることにより原燃料ガスの温度調整を行う制御のフローチャートである。

【図 11】 第 1 の実施形態の燃料蒸発装置を使用した燃料電池システムの運転出力と原燃料ガス温度の関係を示す図である。

【図 12】 第 2 の実施形態の燃料蒸発装置の一部破断平面図である。

【図 13】 第 2 の実施形態の燃料蒸発装置の制御系のブロック図である。



【図 1 4】 第 2 の実施形態の燃料蒸発装置の燃焼ガスに希釈エアを混合することにより原燃料ガスの温度調整を行う制御のフローチャートである。

【図 1 5】 従来例における燃料蒸発装置の断面図である。

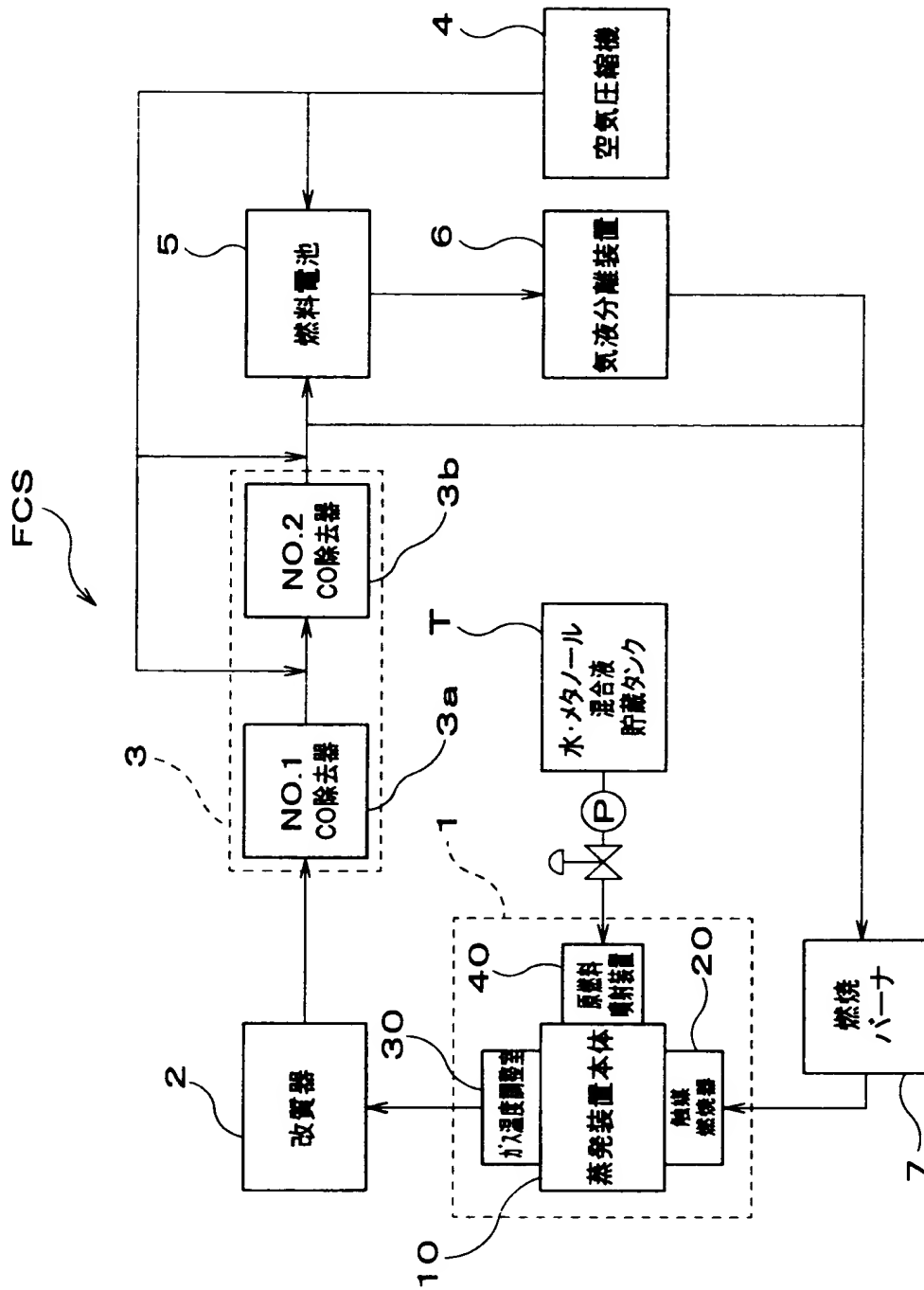
【符号の説明】

- F L … 原燃料
- F G … 原燃料ガス
- H G … 燃焼ガス（高温熱媒体）
- 1 … 燃料蒸発装置
- 1 1 … 蒸発室
- 3 0 … ガス温度調整室
- 4 0 … 原燃料噴射手段（原燃料噴射装置）
- 5 1 … バイパス流路
- 6 1 … 低温熱媒体供給流路（希釈エア供給流路）
- F I C … 原燃料噴射制御部
- A C V … 低温熱媒体供給弁（希釈エア供給弁）
- B V … バイパス弁
- $T v_1$ 、 $T v_2$  … 原燃料ガス温度センサ（温度センサ、原燃料ガス温度）
- $T g_{in}$ 、 $T g_1$ 、 $T g_o$  … 燃焼ガス温度センサ（温度センサ、燃焼ガス温度）

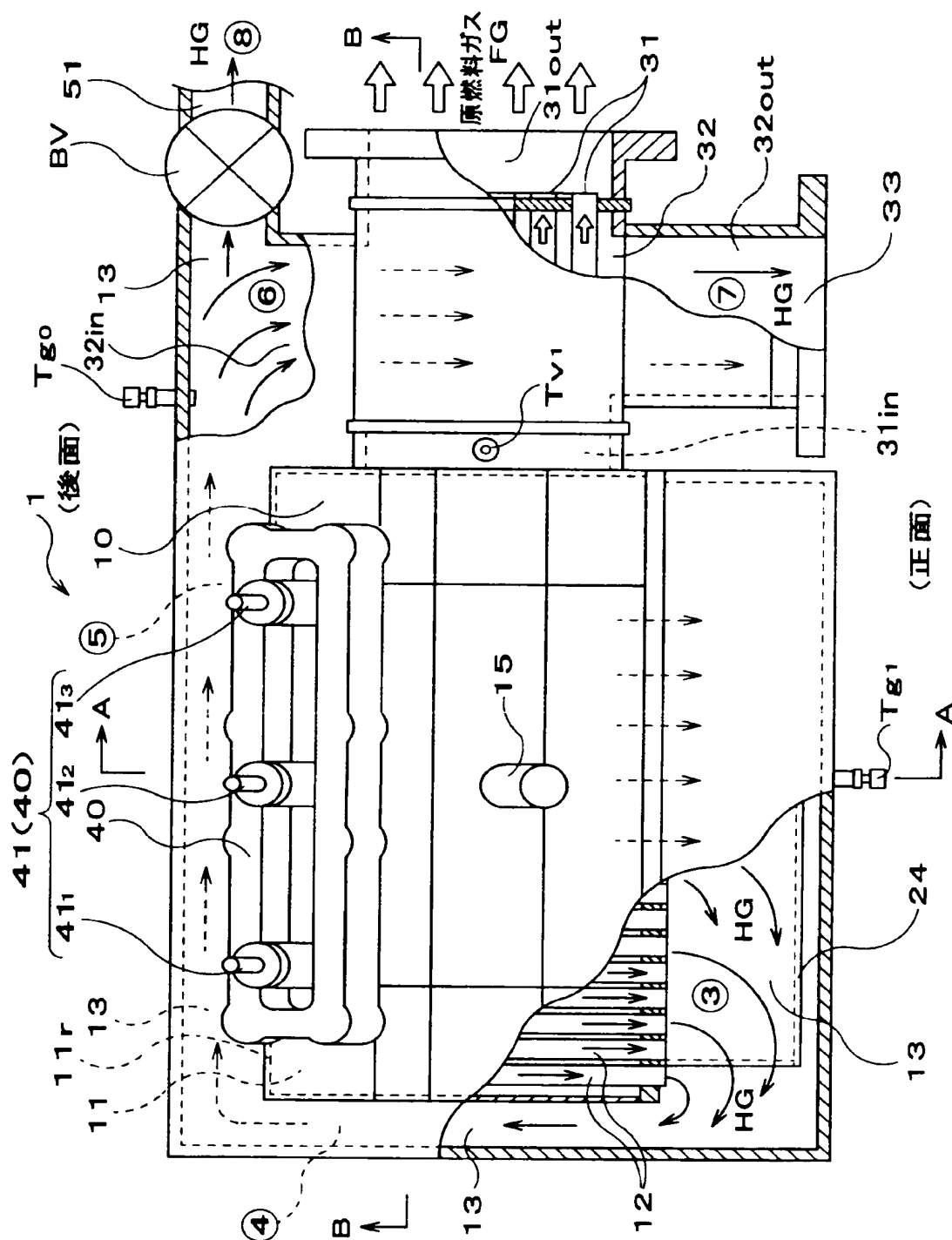
【書類名】

図面

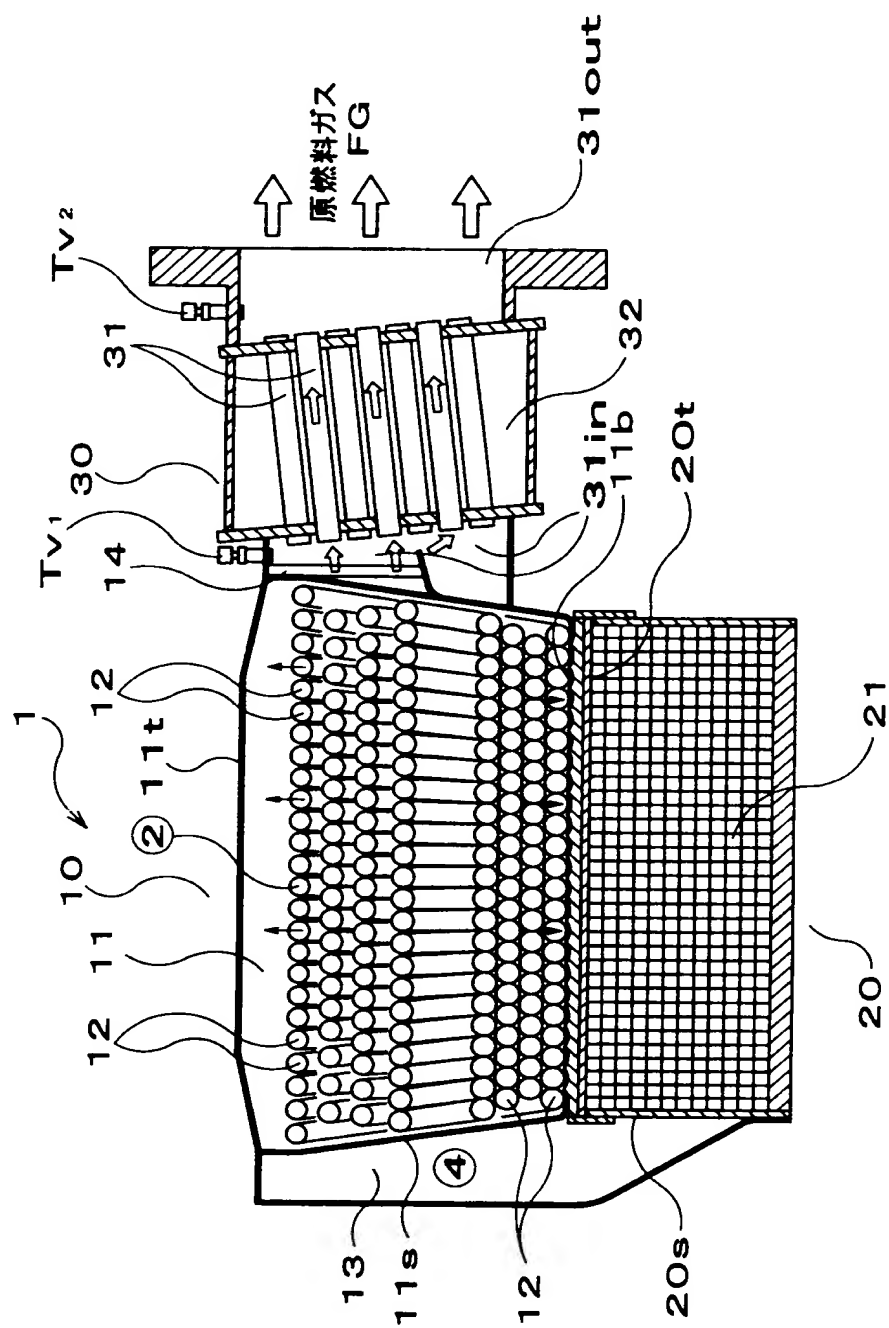
【図 1】



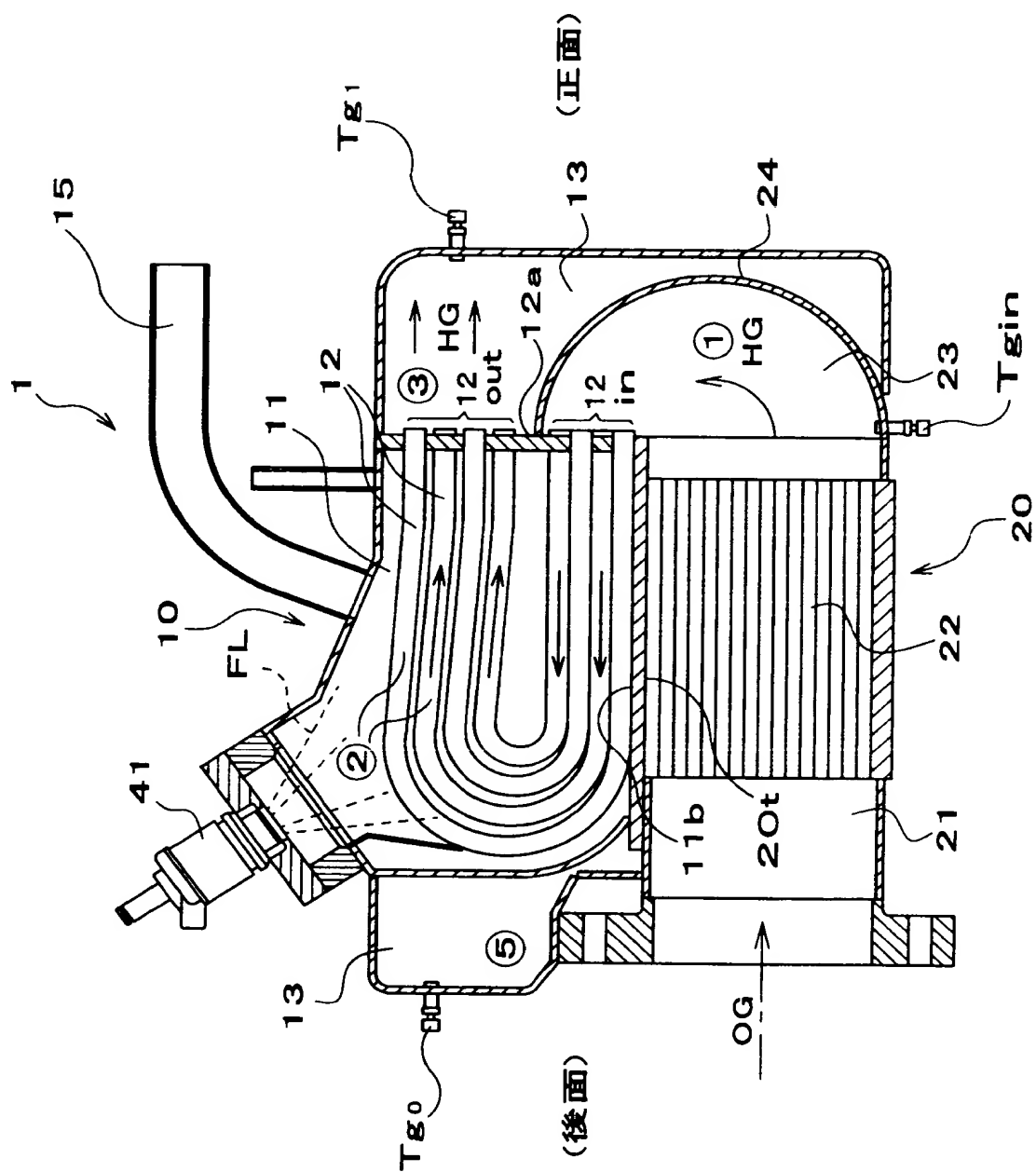
【图 2】



【図 3】

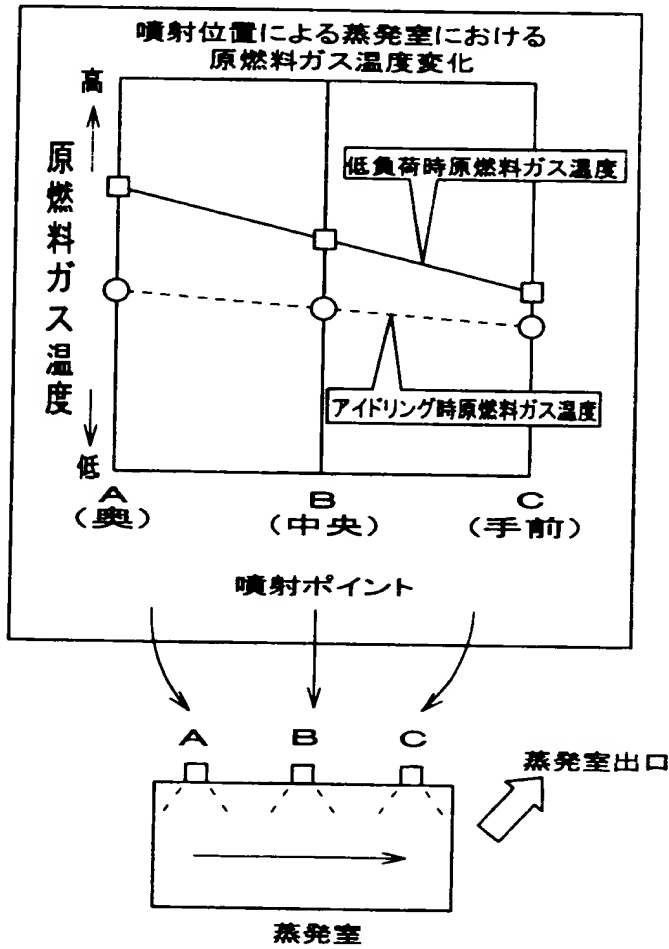


【図 4】



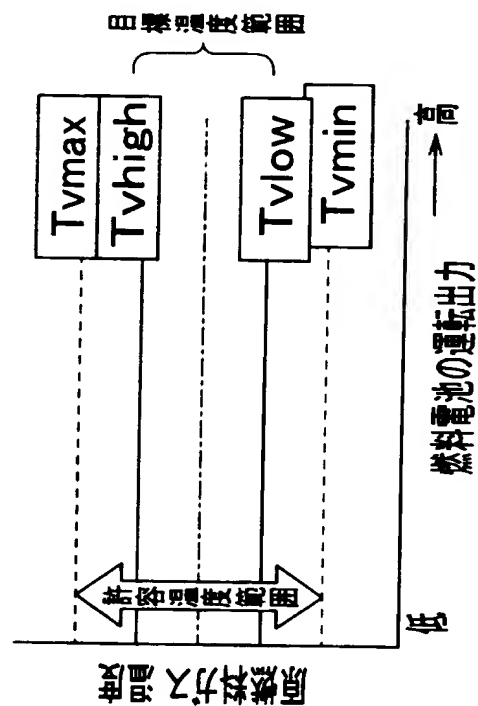


【図 6】



【図 7】

(a)



(b)

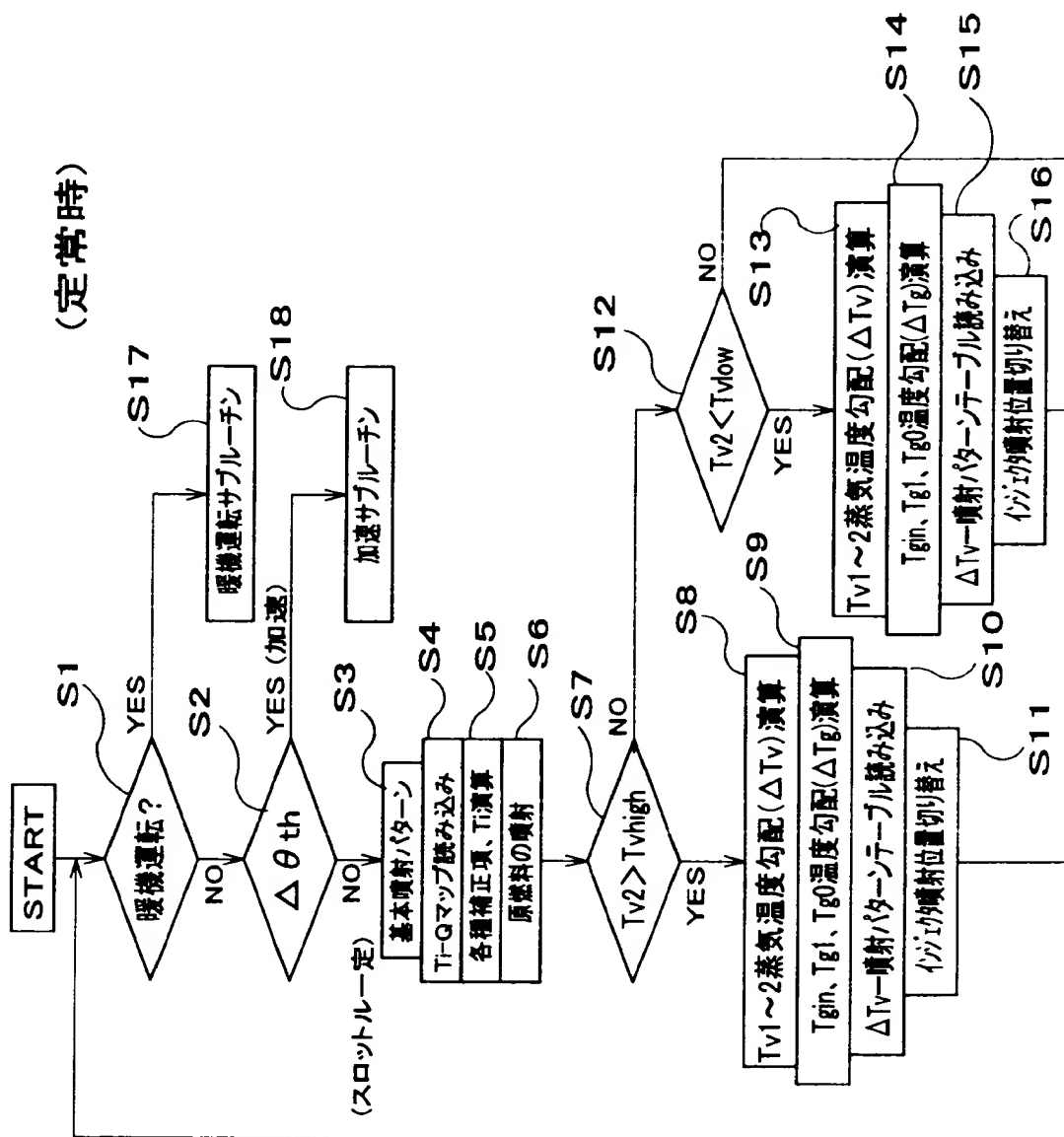
基本噴射パターン

燃料電池の運転出力  
↑ 低 ↓ 高

	INJECTOR NO				
	41A <sub>1</sub> 1	41A <sub>2</sub> 2	41A <sub>3</sub> 3	41B 4	41C 5
idle	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
↓	OFF	ON	ON	OFF	OFF
	ON	OFF	ON	OFF	OFF
	ON	ON	ON	ON	ON
WOT	ON	ON	ON	OFF	OFF

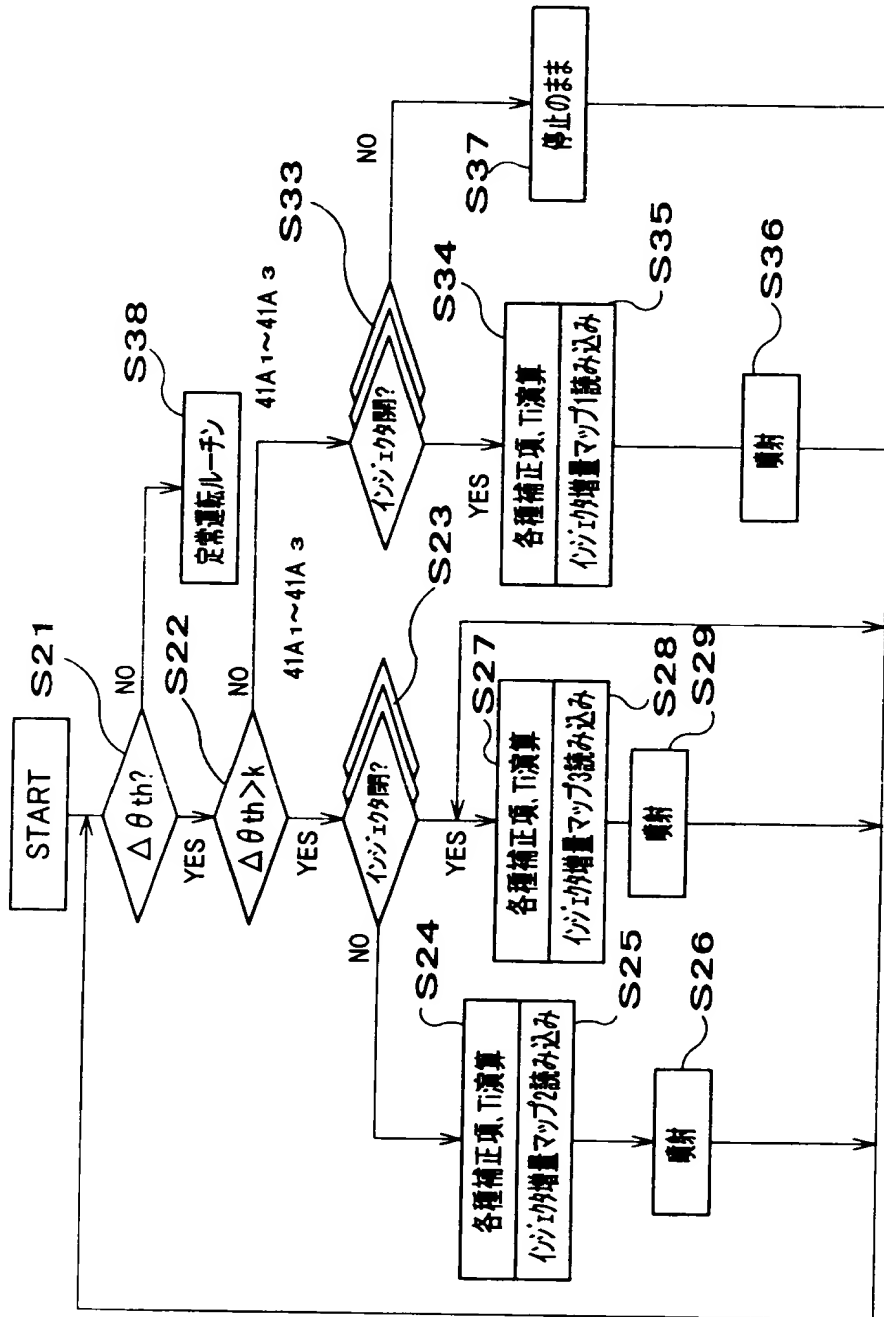


【図 8】

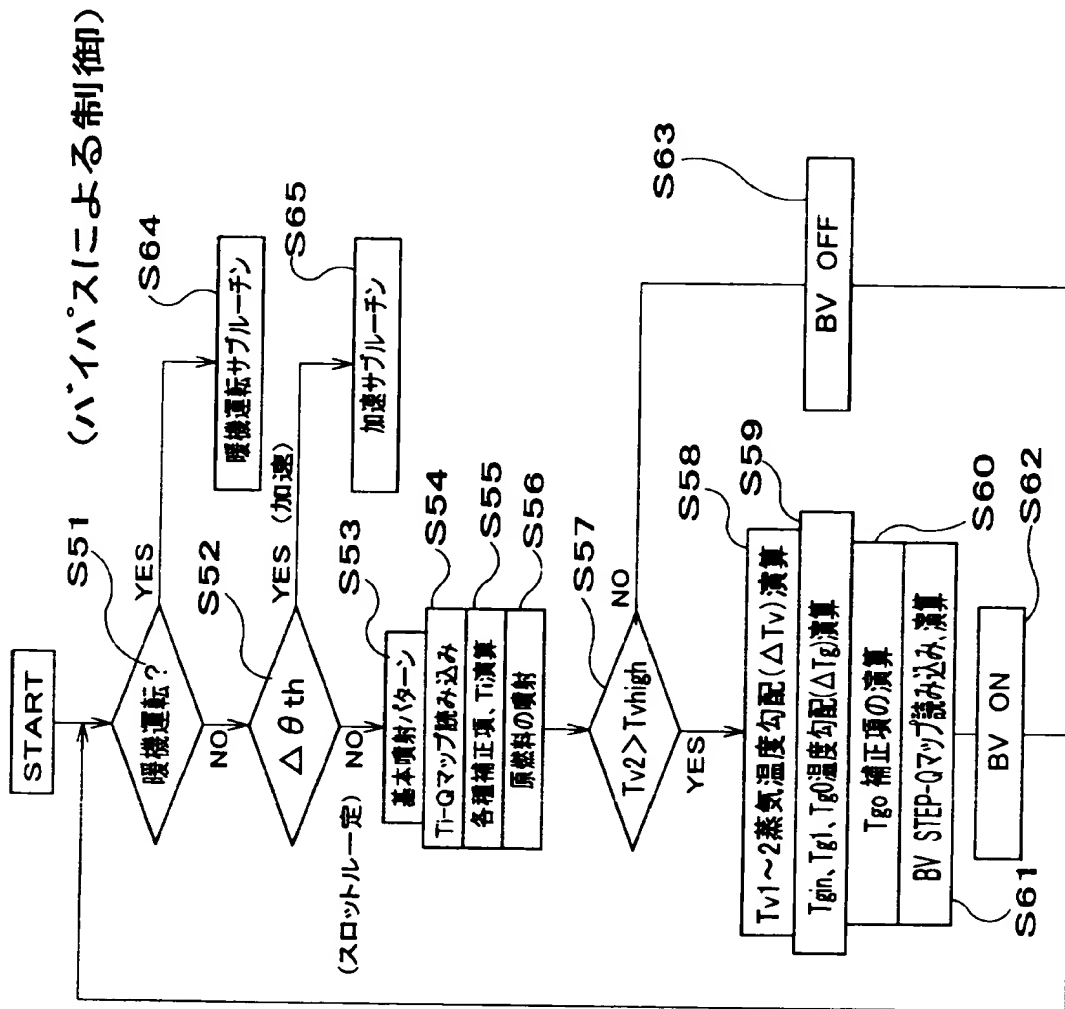


【図 9】

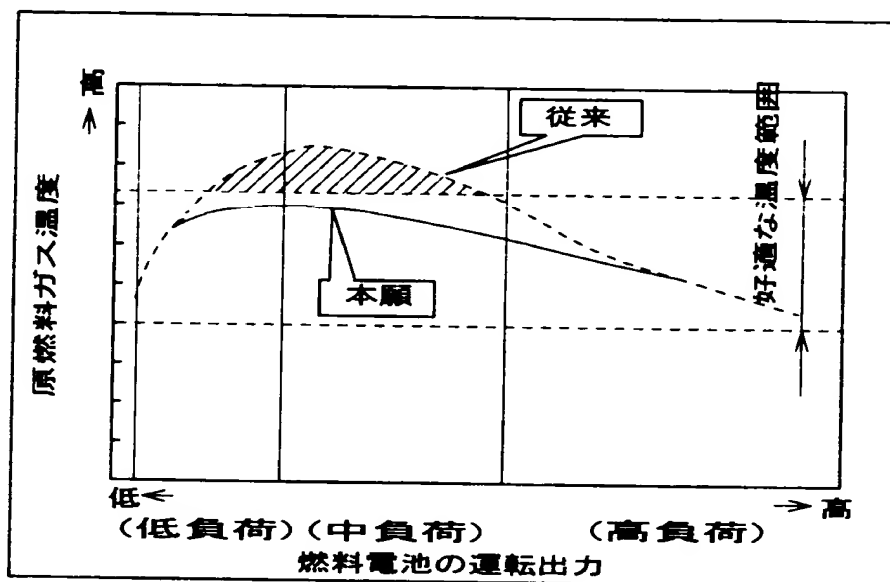
(加速時の制御)



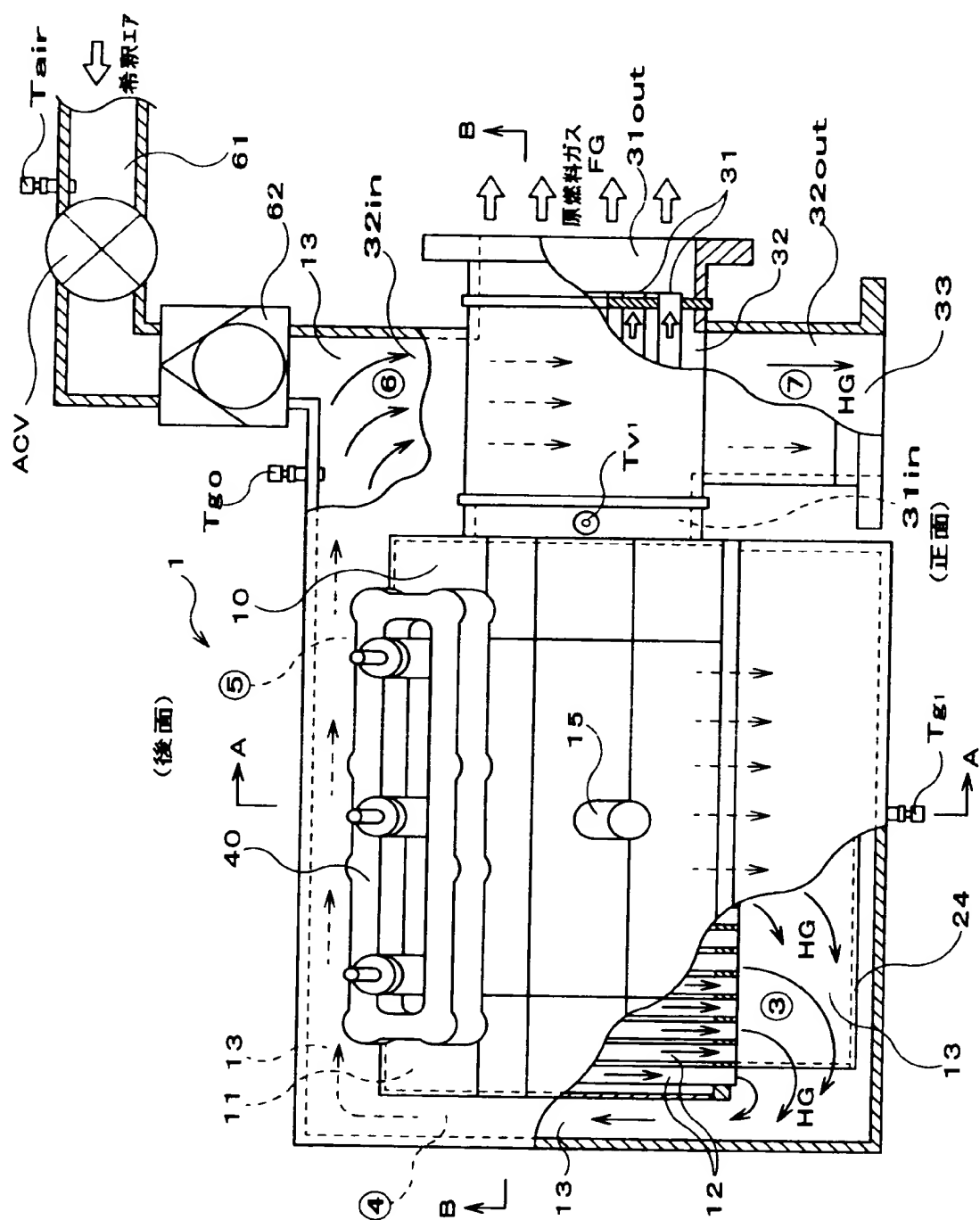
【図 1 0】



【図 1 1】

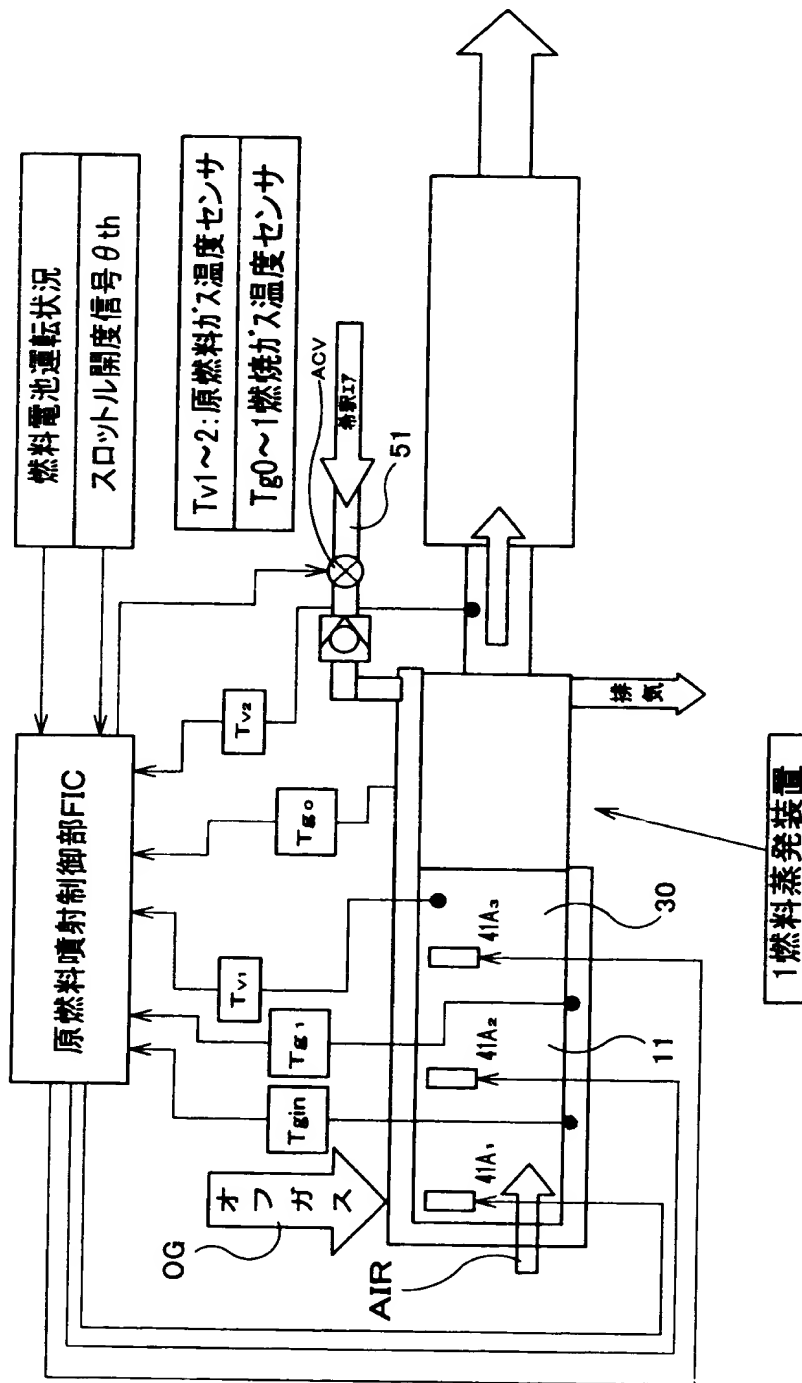


【图 12】

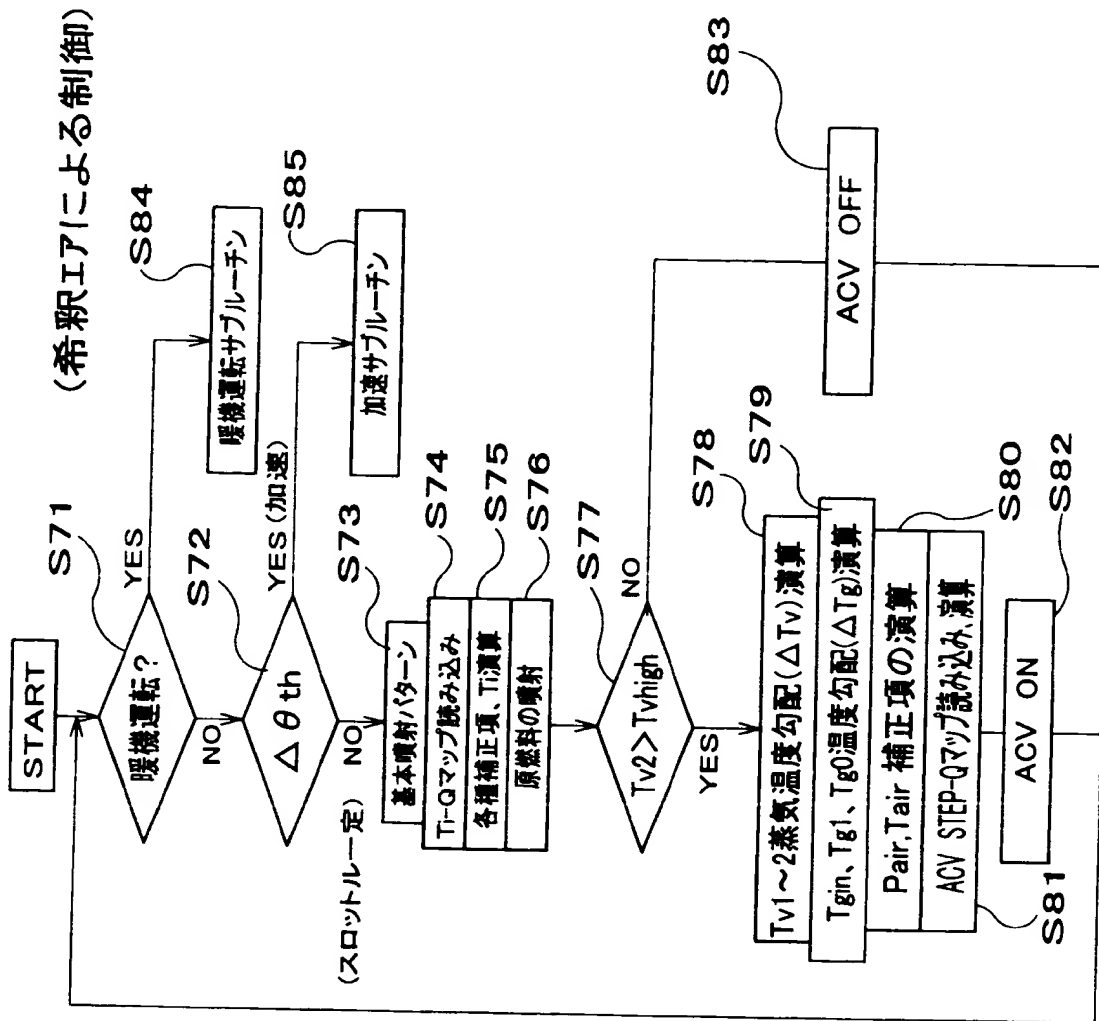


【図 1 3】

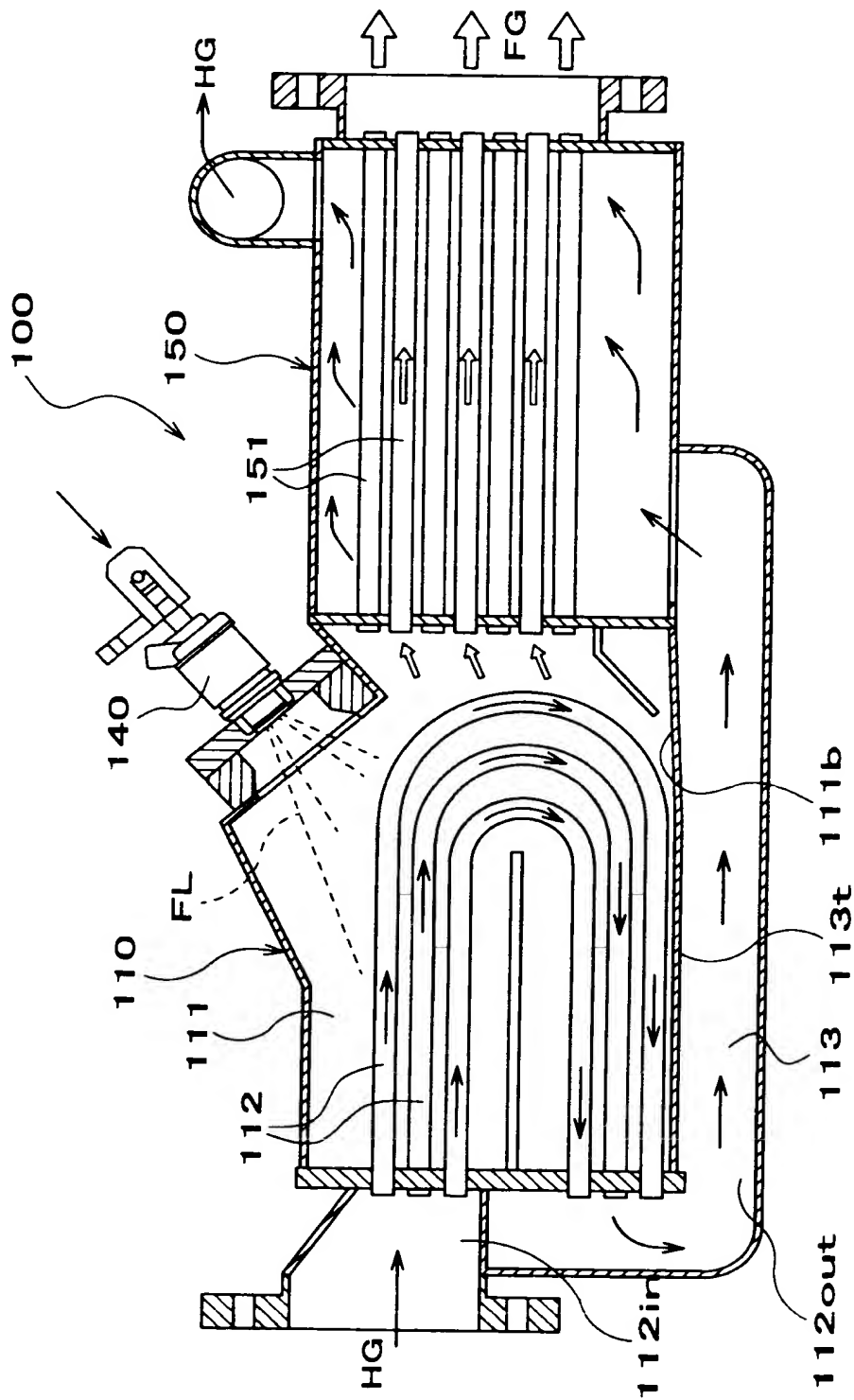
(希釈エアによる制御)



【図 1 4】



【図 1 5】





【書類名】 要約書

【課題】 急激な負荷変動に対して十分な応答性が確保できると共に、原燃料ガスを適切な温度で適切な量供給することができる燃料蒸発装置を提供することを主たる目的とする。

【解決手段】 高温熱媒体 H G により原燃料 F L を蒸発させ原燃料ガス F G を得る蒸発室 1 1 を備えた燃料蒸発装置 1 において、蒸発室 1 1 から送られる原燃料ガス F G を高温熱媒体 H G と熱交換して温度調整するガス温度調整室 3 0 と、このガス温度調整室 3 0 に高温熱媒体 H G を導入する高温熱媒体通路 5 1 と、ガス温度調整室 3 0 を介さずに高温熱媒体 H G を排出するバイパス通路 5 1 及びバイパス弁 B V と、バイパス弁制御部とを備える。また、ガス温度調整室に導入される高温熱媒体に、低温熱媒体を混合する低温熱媒体供給通路、低温熱媒体供給部及び低温熱媒体供給弁と、低温熱媒体供給弁制御部とを備える。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 3 2 6 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 9 月 6 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号
氏 名	本田技研工業株式会社